This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

LIBRARY OF THE
Leland Stanford Junior University
GIFT OF THE LIBRARY

The Hopkins Library
presented to the
Leland Stanford Junior University
by Timothy Hopkins.

G7D38

ETUDE

SUR LES

LOCOMOTIVES ANGLAISES

PAR

MAURICE DEMOULIN
Ingénieur des Arts et Manufactures

PARIS
E. BERNARD & Cie, IMPRIMEURS-ÉDITEURS
71, RUE LACONDAMINE, 71

1885

LELAND STANFORD JR. UNIVERSITY LIBRARY

AVANT-PROPOS

Ce travail est surtout le résultat de notes prises par nous en Angleterre. Nous sommes pourtant redevable à l'*Engineering* d'un certain nombre de figures; nous devons aussi à l'obligeance de plusieurs ingénieurs anglais, quelques plans d'ensemble et des renseignements sur leurs locomotives. Cette étude a paru partiellement dans les *Annales Industrielles* à la fin de 1884 et au commencement de 1885; nous la publions aujourd'hui après certaines additions qui la complètent et la mettent au courant de la pratique anglaise la plus récente.

Le grand nombre des types de locomotives que l'on rencontre en Angleterre ne nous a pas permis de les décrire tous. Nous avons dû nous borner à faire un choix des machines les plus intéressantes qui, résumant en elles un grand nombre de modèles également usités, sont pour ainsi dire des spécimens de la classe à laquelle elles appartiennent.

LELAND STANFORD JUNIOR
LIBRARY
UNIVERSITY.
71983

LAISES

rales

mière patrie des
u début ses idées
e. Mais, au bout de
anglaises ne furent
s chemins de fer des
évelopper côte à côte,
mment. Il en résulta
entuées dans leur maté-

e réaction s'est produite
agnies, jetant les yeux sur
côté de la Manche, ont dé-
novations qu'elles commen-
z elles.
nous devons à l'Angleterre : le
s appareils d'enclenchement Sax-
ns continus, l'adoption récente de

trains rapides, l'admission du public sur les quais de départ.

Nous pensons donc qu'il devient intéressant d'étudier quelle est, à l'heure actuelle, la situation du matériel des chemins de fer anglais, du moins en ce qui concerne les locomotives. Dans ce travail, nous tiendrons compte des perfectionnements les plus récents, et nous nous attacherons à mettre surtout en lumière les faits qui paraissent les plus dignes d'intérêt, soit par leur dissemblance avec la pratique française, soit par les avantages particuliers qu'ils semblent présenter.

Activité des chemins de fer anglais. — En aucun point du monde, la circulation sur les chemins de fer n'a pris un développement aussi considérable que sur les principales lignes d'Angleterre. A Londres, et dans sa banlieue notamment, le nombre des trains est surprenant. Il nous suffira de dire que sur le *Metropolitan* les trains se succèdent parfois à des intervalles de deux minutes, et qu'à *Clapham-Junction*, il passe, dans les douze heures de jour, plus de 1200 trains de voyageurs.

La capitale du Royaume-Uni est sillonnée de voies ferrées, et l'on y compte par centaines les stations grandes et petites. Beaucoup d'entre elles offrent le spectacle d'une activité dont rien chez nous ne saurait donner l'idée. Loin de se cacher comme à Paris, dans les faubourgs écartés, les railways s'étalent au grand jour, traversant les rues les plus fréquentées. Les gares, dont les quais sont constamment ouverts au public, viennent s'établir au

cœur de la Cité et jusque dans les quartiers aristocratiques du *West-End*, comme pour aller au devant des voyageurs, et tirer de leur inertie les gens les plus sédentaires. Aussi, les chemins de fer ont-ils pris une place importante dans la vie anglaise, répondant à des besoins continuels, nécessaires même à la circulation intra-urbaine, ils sont regardés comme une institution véritablement nationale, indispensable à l'existence de chacun.

Aspect extérieur des locomotives anglaises. — C'est sans doute à ce contact journalier, joint à leur goût pour la mécanique appliquée à la locomotion, que les Anglais doivent l'importance attachée par eux à l'aspect des trains. Les voitures, souvent en bois naturel verni, ont toutes la même apparence et la même hauteur quelle qu'en soit la classe. Les machines témoignent de la même recherche : rien de choquant ni de malpropre qui sente par trop la poussière ou la fumée.

A l'exception de quelques vieux spécimens relégués sur les lignes d'intérêt local, ces machines sont entretenues avec beaucoup de propreté. D'un extérieur agréable, elle sont peintes de couleurs plus ou moins claires : le vert, la gomme-gutte mélangée de rouge sombre, sont fréquemment employés. Ces peintures, très soignées, sont poncées à plusieurs reprises et vernies par des ouvriers spéciaux. Des oppositions de teintes bien tranchées font valoir les organes principaux, tandis que des filets de vermillon, de noir, de vert, d'or même, accusent certains contours.

Nous insistons volontiers sur ce sujet qui peut

paraître puéril en France, où l'on n'accorde pas assez de soin à la décoration et à l'entretien des locomotives.

L'œil, même le moins exercé, reconnaîtra vite une locomotive d'origine anglaise à certains caractères invariables qu'on retrouve dans tous les types, et que nous allons énumérer.

Il convient de citer, au premier rang, la grande simplicité apparente, due au soin jaloux avec lequel sont cachés les organes du mécanisme et les accessoires. Les cylindres sont le plus souvent intérieurs, les tiroirs et les excentriques le sont toujours. L'emploi du levier pour le relevage des coulisses est encore très répandu. Les têtes de bielles d'accouplement se font à bagues sans serrage. Les pièces du mécanisme sont souvent peintes et vernies, sauf les parties frottantes. Quantité de machines récentes sont munies de trucks articulés, ou *bogies*, placés soit à l'avant, soit à l'arrière comme dans certaines machines-tenders. La chaudière est très surélevée dans les locomotives à voyageurs; les tubes sont relativement de faible longueur et les foyers profonds. L'enveloppe des boîtes à feu fait rarement saillie sur le corps cylindrique, si ce n'est dans les anciennes machines. La cheminée est généralement basse et toujours sans capuchon. La porte de la boîte à fumée est à battant unique, circulaire et bombé, avec sa manette de fermeture au centre. La chaudière ne porte ordinairement qu'un petit dôme pour le régulateur qui est toujours à tringle de manœuvre intérieure. Les soupapes de sûreté, au nombre de deux, sont à leviers très

courts, ou du système Ramsbottom à charge directe ; dans ce dernier cas, elles sont presque toujours sur le foyer. L'abri fermé sur le côté, formant ce qu'on appelle un *cab*, est d'un usage général.

Ce ne sont là, bien entendu, que des caractères génériques et un examen superficiel permet de les embrasser. Nous verrons plus loin combien, en matière de chemins de fer, les constructeurs anglais s'éloignent des nôtres, par la façon d'envisager les questions, de résoudre les mêmes problèmes et de traiter les détails importants.

Simplicité des machines. — Nous appelons l'attention du lecteur sur la simplicité extérieure de ces machines que nous avons déjà fait remarquer ; c'est là en effet une question que nos voisins ont fort à cœur. Une machine qui serait surchargée de tringles, de tuyaux, de tiges, de dômes, comme le sont souvent les nôtres, leur paraîtrait mal étudiée et disgracieuse. Il faut avouer que le peu de complication donne à leurs locomotives un cachet tout spécial qui n'est certes pas dénué d'élégance. Pourtant, comme il leur arrive souvent, les Anglais sont tombés dans l'exagération, et certaines de leurs machines à roues libres et à mouvement intérieur semblent, ainsi qu'on a pu le dire, se mouvoir à l'aide de ressorts cachés comme les trains mécaniques que l'on donne en jouet aux enfants.

Attachement des Anglais pour les formes usuelles. — Les Anglais ont créé des modèles de locomotives qu'ils considèrent comme nationaux, et rien au

motives que leur puissance ou leur étrangeté rendent plus ou moins extraordinaires, et leurs formes trop souvent disgracieuses.

Importance attachée aux locomotives-express.— Dans tout le Royame-Uni, les Compagnies de chemins de fer attachent la plus grande importance au service des voyageurs : pleines d'égards envers le public, elles se font, pour l'attirer, une sérieuse concurrence qui porte principalement sur la vitesse. De là sont nés des types remarquables de locomotives-express que nous étudierons plus particulièrement; le matériel destiné au transport des marchandises étant relégué au second plan chez nos voisins.

Nous pensons que l'étude des locomotives anglaises est instructive à plus d'un titre, et fait connaître quelques beaux spécimens de l'art mécanique. Nous ne doutons pas non plus que beaucoup des améliorations qu'elles comportent ne finissent par s'introduire chez nous, comme semble d'ailleurs l'indiquer la tendance actuelle de nos Compagnies à s'occuper davantage de ce qui se fait à l'Étranger(1).

II. — *Locomotives à voyageurs*

Poids et vitesse des trains. — En Angleterre, les trains omnibus sont généralement courts; quant aux express importants, ils se composent en moyenne de 14 à 18 voitures. Il était d'usage, autre-

(1) En 1882, le nombre total de locomotives en service sur les lignes du Royaume-Uni s'élevait à 14128.

fois, d'atteler une seconde machine, dès que les trains se composaient de plus de quinze wagons. Ce procédé dispendieux n'est plus suivi que par exception, la création récente, comme chez nous, de locomotives puissantes ayant permis d'accroître le poids des express. Remarquons à ce propos que les nouvelles voitures anglaises sont plus longues, plus hautes et par conséquent plus lourdes que la majorité des nôtres : beaucoup ont jusqu'à 10 mètres de longueur; encore le Midland a-t-il dépassé cette dimension avec ses voitures mixtes supportées, comme en Amérique, par deux trucks articulés.

Le régime du service des voyageurs en Angleterre, si remarquable par sa célérité, se distingue surtout par le nombre considérable de trains express et l'espacement exceptionnel des points d'arrêt. La vitesse est aussi très sensiblement plus élevée qu'en France. Nous avons bien, sur le chemin de fer d'Orléans et sur le P. L. M., un train rapide par jour dans chaque sens, mais leur vitesse est un peu inférieure à la moyenne des express circulant sur les lignes anglaises.

Les express de Manchester à Liverpool, de Londres à Brighton, Portsmouth, Exeter, Liverpool, Edimbourg, marchent à raison de 80 à 85 kilomètres à l'heure. Inutile de dire que, dans les portions faciles du parcours, la vitesse est bien supérieure aux chiffres que nous venons d'indiquer.

Espacement des points d'arrêt. — Il y a longtemps déjà que les Anglais ont compris combien il importait de réduire le nombre des arrêts pour accélérer

le service des trains rapides, et nous n'avons commencé qu'un peu tardivement à les suivre dans cette voie.

Depuis plusieurs années, on parcourt sans arrêt les 140 kilomètres de Londres à Portsmouth, les 150 kilomètres de Londres à Leicester, les 170 kilomètres de Londres à Grantham. Nous pourrions multiplier le nombre des exemples en les prenant dans chaque région.

Locomotives-express. — Toutes les Compagnies de quelque importance, ont au moins un type de locomotive-express de création récente. Il en résulte que les anciennes machines à grande vitesse, devenues trop faibles, ne remorquent plus que les trains ordinaires, ou bien sont (comme chez nous les Crampton), réléguées sur les lignes de second ordre. C'est principalement de ce nouveau matériel, qui représente si bien les idées actuellement admises chez nos voisins en matière de chemins de fer, que nous nous occuperons.

Pour le moment, les locomotives à quatre roues couplées sur l'arrière sont d'un emploi presque général. Quelques Compagnies pourtant : le *Great-Northern*, le *Great-Western*, le *London-Brighton*, le *Manchester, Sheffield and Lincolnshire*, conservent, pour le remorquage des trains importants, les machines à roues libres, mais perfectionnées et rendues puissantes grâce à des charges d'essieu inconnues en France.

Presque tous ces modèles ont le mécanisme intérieur. Nous ne reproduisons pas à ce propos la dis-

cussion bien connue sur l'emploi des cylindres intérieurs et extérieurs. Ce sujet a été si souvent traité, qu'il faut nous contenter ici de résumer l'opinion de nos voisins.

Les Anglais ont, de tout temps, prôné l'usage des cylindres intérieurs et en ont fait le plus large emploi. Pour eux, la disposition du mécanisme à l'extérieur des longerons est à peu près incompatible avec les grandes vitesses, à cause des perturbations auxquelles elle donne naissance et qui subsistent malgré les contre-poids.

D'ailleurs, la surélévation du centre de gravité qui semblait être un obstacle à l'emploi des cylindres intérieurs, n'est plus regardée comme une source de dangers, du moins dans les limites actuelles. Il est même démontré qu'elle augmente la sécurité et réduit, dans les courbes, la tendance au déraillement.

Lorsque, par exception, les Anglais ont placé les cylindres en dehors des longerons, ils ont adopté des diamètres de roues, considérables, afin de diminuer la vitesse des pistons, des bielles, et par conséquent, d'atténuer l'effet des forces perturbatrices. Nous pouvons d'ailleurs mesurer l'importance qu'ils accordent à la position du mécanisme, en comparant les machines à roues indépendantes du *London-Brighton* et du *Great-Northern* qui font un service analogue. La première, qui a tout le mécanisme intérieur, est pourvue de roues motrices d'un diamètre modéré, soit $2^m,02$, tandis que, pour la seconde dont les cylindres sont extérieurs, le diamètre correspondant atteint le chiffre considé-

rable de 2m,44. Cependant l'empattement et la résistance latérale au déraillement sont plus satisfaisants dans le second cas.

On chercherait en vain, dans tout le Royaume-Uni, sauf peut-être dans le service accessoire des mines, une locomotive ayant ses tiroirs et coulisses à l'extérieur. C'est là du reste, une pratique dont nous avons déjà parlé dans le chapitre précédent.

Grâce à l'élévation du corps cylindrique, le mécanisme de ces machines est plus facilement accessible qu'on est généralement porté à le croire. Il est même mieux groupé, plus homogène, moins exposé qu'il ne le serait à l'extérieur. Le principal écueil est la difficulté de trouver entre les longerons la place suffisante pour loger les tiroirs et les cylindres, quand ceux-ci atteignent de fortes dimensions. Nous verrons plus loin comment on a, dans ces derniers temps, tourné cette difficulté.

Les essieux coudés, en acier Vickers, se font très bien aujourd'hui, et ne sont plus nulle part signalés comme une cause fréquente d'accidents.

Les différentes raisons que nous avons données, jointes à quelques autres de moindre importance, peuvent donc, à la rigueur, justifier l'engouement des Anglais pour leur système.

Entre autres perfectionnements, ils se sont appliqués, surtout dans ces dernières années, à développer la puissance de vaporisation de leurs locomotives, en augmentant le nombre des tubes et les dimensions des foyers.

La surface de chauffe totale des modèles récents varie de 103 à 117 mètres carrés; les chiffres cor-

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

MACHINES A GRANDE VITESSE

TABLEAU I. Surfaces de chauffe et de grille.[1]

DÉSIGNATION des MACHINES	SURFACE DIRECTE	SURFACE TUBULAIRE	SURFACE TOTALE	LONGUEUR des TUBES	NOMBRE des TUBES	SURFACE de GRILLE	RAPPORT de la surface grille à la surface de chauffe
	m²	m²	m²			m²	
London-Brighton..... (à roues libres)	10,23	95,04	105,27	3m,30	206	1,86	$\frac{1}{58}$
Great-Western (1885) .... (à roues libres)	12,07	104,07	116,15	3 ,33	241	1,78	$\frac{1}{65}$
Tilbury-Southend (1883). (tender)	9,03	85,74	94,77	3 ,31	200	1,60	$\frac{1}{59,1}$
Sharp (1880)	9,75	105,00	114,75	3 ,28	219	1,64	$\frac{1}{70}$
Great-Southern (1885)...	10,44	87,14	97,58	3 ,03	204	1,75	$\frac{1}{56}$
Great-Eastern (1883)	10,97	100,62	111,59	3 ,58	201	1,61	$\frac{1}{69}$
London-South-Western (1883)	9,29	98,01	107,30	»	218	1,61	$\frac{1}{67}$
Compound-Webb (1884) .	11,15	115,35	126,50	3 ,43	225	1,85	$\frac{1}{62,3}$
Midland (1884)	10,23	93,96	104,20	3 ,50	215	1,62	$\frac{1}{64}$
Nord-français.....	9,40	90,60 (intérieure)	100,00	3 ,50	201	2,31	$\frac{1}{43}$
Ouest-français.....	7,15	100,40	107,55	3 ,85	166	1,75	$\frac{1}{61,4}$
Est-français (1881).....	8,96	84,64 (moyenne)	93,60	3 ,50	190	2,38	$\frac{1}{39,3}$
P.-L-.M. (1881).....	10,50	132,81	142,71	4 ,94	185	2,24	$\frac{1}{63,2}$
P.-O. (1884).....	10.60	132,40	143,00	5 ,00	177	1,60	$\frac{1}{89,3}$

[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]

Il ressort de ceci que, si nous écartons les quatre types à roues libres, les machines express anglaises ont en moyenne, *pour un poids total plus faible*, une adhérence égale à celles des locomotives françaises. Ce résultat n'est d'ailleurs pas surprenant, étant données les plus grandes charges que l'on fait porter, en Angleterre, aux essieux moteurs.

Ainsi, la machine du *P.-L.-M.*, vu son excessive longueur, est portée par huit roues dont les quatre couplées ne supportent que $28^t,600$, soit les 0,58 du poids total en charge. Celle du *Great-Eastern* au contraire, qui pèse seulement $41^t,300$ possède un poids adhérent de $28^t,15$, soit les 0,68 du poids total. Construit dans les mêmes proportions, le modèle de *P.-L.-M.* porterait 33 tonnes sur ses essieux couplés. Il serait intéressant de savoir si la meilleure utilisation du combustible qui se fait dans la machine française, en raison de l'excessive longueur des tubes, compense réellement le poids mort excédant. Le même tableau nous montre encore que la machine du *Glasgow-South-Western*, pour la même adhérence que le type *P.-L.-M.*, pèse $7^t,25$ de moins.

Les Anglais ont, dans leurs nouvelles locomotives express, adopté des diamètres de cylindres assez considérables. La machine à roues indépendantes du *Great-Northern* a des cylindres de $0^m,455$. Dans quelques locomotives à quatre roues couplées, on a été jusqu'à des diamètres de 0^m480, et même, paraît-il, de $0^m,500$.

Malgré la plus grande vitesse des trains, le diamètre moyen des roues motrices reste sensiblement

le même que chez nous, grâce à l'adoption générale du mécanisme intérieur, qui, aux yeux des ingénieurs anglais, permet un nombre de tours plus considérables sans diminuer la sécurité. Nous devons en excepter sept modèles à roues indépendantes, trois à mécanisme extérieur, et quatre à mouvement intérieur, qui possèdent des roues motrices dont le diamètre varie de 2m,02 à 2m,74 comme l'indique le tableau n° 3.

TABLEAU III. Diamètre des roues motrices et des cylindres

	Désignation des machines	Diamètre des roues motrices	Diamètre des cylindres	Course des pistons	Position des cylindres
Locomotives à roues indépendantes	Great-Western (1851).....	2m44	0m457	0m610	Intérieurs
	Bristol-Exeter...	2.74	0.419	0 609	»
	Great-Northern...	2.44	0.455	0.710	Extérieurs
	London-Brighton.	2.02	0.430	0.610	Intérieurs
	Great-Western (1884).....	2.33	0.457	0.660	»
	L. N. W. (1861).	2.33	0.430	0.610	Extérieurs
Locomotives à quatre roues couplées	Great-Eastern....	2.13	0.455	0.610	Intérieurs
	South-Eastern...	2.13	0.482	0.660	»
	Glasgow S.-W...	1.86	0.461	0.660	»
	Midland (1884)...	2.13	0.482	0.660	»
	North-Eastern ...	2.13	0.442	0.610	»
	L. N. W. (Webb).	1.98	0.430	0.610	»
	Lancashire and Yorkshire.....	1.83	0.442	0.660	»
	North-British....	1.93	0.430	0 610	»
	Great-Southern ..	1.98	0.450	0.600	»
	Nord français....	2.11	0.432	0.610	»
	Ouest français...	2.04	0.430	0.600	»
	P.-O. (1884).....	2.04	0.440	0.650	Extérieurs

En somme, le type actuellement en faveur pour la traction des trains rapides en Angleterre, est *une locomotive à quatre roues couplées de diamètre modéré,* (1m90 à 2m13) *à grande puissance de vaporisation, à pression élevée, ayant des cylindres intérieurs de fort volume, et le corps cylindrique placé très haut.*

Par leur excellent fonctionnement et leur belle tenue aux allures les plus rapides, ces machines affirment chaque jour les avantages que présente, pour les locomotives express, l'emploi des cylindres intérieurs.

Emploi fréquent du bogie. — Il convient de signaler ici l'emploi du *bogie*, que les Anglais ont si souvent appliqué, depuis quelques années surtout, à toutes les classes de locomotives, et qui tend à se généraliser. On avait bien cru, dans l'origine, que cette disposition, commode pour les faibles vitesses sur les lignes tourmentées, ne convenait pas aux machines à grande vitesse pour lesquelles elle constituerait même un danger. La pratique a démontré l'erreur de cette appréciation, et l'on a reconnu que l'emploi des trucks articulés était au contraire un moyen d'assurer la sécurité, par une augmentation convenable de l'empattement, sans nuire à la souplesse.

Un autre avantage du *bogie* est que, reportant assez loin vers l'avant une partie notable du poids de la machine, il donne à la voie une adhérence plus grande sur le sol, et évite le ripement au passage des roues motrices.

Aujourd'hui, presque toutes les Compagnies ont

adopté ces roues pour une partie de leur matériel : les machines express les plus soignées de l'Angleterre en sont munies, ainsi que l'immense majorité des locomotives-tenders pour trains de voyageurs.

Nous décrirons plus loin les *types* les plus employés ; disons seulement qu'ils diffèrent un peu des modèles américains : les roues sont de plus grand diamètre et moins espacées, enfin le truck jouit presque toujours d'un mouvement latéral contrôlé par des ressorts. On les place à l'avant, dans l'axe de la cheminée, pour les locomotives à tender séparé.

Les boîtes radiales, de différents systèmes que nous examinerons aussi plus tard, sont également très employées. On en trouve sur le *Great-Eastern*, le *London and North-Western*, le *London-Brighton*, et beaucoup de lignes importantes.

I. — LOCOMOTIVES A ROUES LIBRES

Sur certaines lignes, les nouveaux modèles à grande vitesse, encore peu nombreux, ne sont attelés qu'aux trains les plus importants : l'ancien matériel fait le reste du service express ou omnibus. Les choses se passent ainsi sur le *Great-Northern*, le *Midland*.

D'autres compagnies, au contraire, ayant commencé plus tôt le remaniement de leur matériel roulant, n'ont qu'un type de locomotive à voyageurs qu'on utilise pour tous les trains de grande ligne.

Avant de nous occuper de la description des ma-

chines modernes à roues indépendantes, il est intéressant de jeter un coup d'œil en arrière. Nous nous arrêterons donc un instant sur quelques types de construction antérieure, mais encore employés, et d'où les modèles récents sont directement issus.

Great-Western. — La machine à huit roues du *Great-Western* n'aura bientôt plus qu'un intérêt historique. Elle fut construite en effet pour la voie de $2^m,13$ primitivement adoptée par la Compagnie. Aujourd'hui que celle-ci, après avoir remanié son réseau, a presque partout ramené la largeur de sa voie à la cote normale, ce modèle de locomotive tend à se restreindre (1). Toutefois, grâce à l'écartement des rails qui le portaient, ce modèle fut longtemps un des plus puissants et des plus rapides de l'Angleterre : dès 1851, il revêtait déjà la forme qu'il a conservée.

C'est une machine à longerons doubles et à cylindres intérieurs; à quatre essieux dont deux porteurs à l'avant et un à l'arrière des roues motrices. Le diamètre de ces dernières est de $2^m,44$. Le foyer, d'ailleurs peu profond, forme saillie sur le corps cylindrique, pratique abandonnée, ainsi que nous l'avons dit, par tous les constructeurs anglais. La chaudière ne porte pas de dôme et le régulateur est dans la boîte à fumée.

Les cylindres ont un diamètre de $0^m,457$; la course des pistons est de $0^m,609$. Le diamètre de la chaudière est de $1^m,37$ hors tôles; toutefois, grâce à la

(1) Le *Great-Western* possède encore 22 machines de ce type, en service.

que plusieurs d'entre elles sont encore en circulation à l'heure actuelle.

Ces machines avaient dix roues : l'essieu moteur était au milieu, entre deux trucks articulés supportant, l'un les caisses à charbon de l'arrière, l'autre le massif des cylindres et l'avant de la chaudière. Les roues motrices, dont le diamètre était de $2^m,743$ ne portaient pas de boudins ; les roues des trucks avaient $1^m,22$ de diamètre. Les cylindres, intérieurs, avaient un diamètre de $0^m,419$, la course des pistons étant de $0^m,609$. La chaudière contenait 180 tubes. Le poids total, en ordre demarche, était de 42 tonnes.

Ces locomotives, construites pour une voie de $2^m,133$ de largeur, ont, paraît-il, atteint sans fatigue des vitesses de 130 kilomètres à l'heure.

London and North-Western. — Cette locomotive appartient à un type créé par M. Ramsbottom pour le service des *Limited-Mails* et de la *Malle Irlandaise* à une époque où le trafic à grande vitesse n'était pas encore ce qu'il est aujourd'hui (1860).

Le diamètre des roues motrices est de $2^m,33$, mais ces machines n'ont pas la réputation de se bien comporter aux grandes vitesses ; l'empattement trop faible et la position des cylindres à l'extérieur des longerons, leur donnent un mouvement de lacet fort gênant quand on dépasse la vitesse de 80 kilomètres à l'heure. Aussi est-il rare de les voir encore remorquer les express sur la grande ligne.

La chaudière de forme télescopique, contient 192 tubes. La surface de chauffe directe est de

$7^{m^2},95$, la surface totale de 95 mètres carrés. Le foyer est du type Crampton.

Le diamètre des cylindres est de $0^m,430$; la course des pistons de $0^m,610$. Cette machine, suivant un usage presque général en Angleterre, porte deux soupapes Ramsbottom à l'arrière.

Types modernes. — Nous arrivons maintenant à la description de trois types récents de machines à roues libres. Ces locomotives, de grande puissance et actuellement très en faveur, méritent un examen spécial.

L'une d'entre elles remorque les express de Londres à Portsmouth et Brighton; les autres ceux du *Great-Northern* et du *Great-Western*. Un de ces derniers trains est probablement le plus rapide du monde.

London-Brighton. — La machine à roues indépendantes, employée depuis un certain nombre d'années par le *London-Brighton Railway*, est un excellent modèle pour les trains rapides et de poids modéré (*fig.* 3). La chaudière a une grande puissance de vaporisation, les cylindres sont *relativement* volumineux et les roues motrices de diamètre moyen.

Les longerons sont intérieurs et solidement entretoisés. Les roues, en fer forgé de première qualité, ont leurs bandages en acier Krupp; les contre-poids sont venus de forge.

Les coussinets des boîtes à graisse sont disposés de telle sorte, qu'ils peuvent suivre l'inclinaison des essieux, quand leur position horizontale est affectée par les inégalités de la voie.

Les ressorts, placés sous les fusées, sont en acier doux ; ceux de l'essieu coudé sont en spirale, il y en a deux de chaque côté. Cette disposition, très rare d'ailleurs, était ici nécessitée par le peu de place dont on disposait.

La chaudière affecte la forme télescopique ; les clouures horizontales de chaque virole sont à doubles couvre-joints et portent deux rangs de rivets. Le foyer est du type Crampton, le ciel est consolidé par des entretoises cylindriques rivées sur la tôle extérieure.

Le foyer, suivant l'usage anglais, est muni intérieurement d'une arche en briques destinée à créer un tourbillon dans le courant gazeux et à compléter la combustion.

Cette machine porte un dôme de petites dimensions qui contient le régulateur. Ce dernier est à papillon perfectionné et à tringle de manœuvre intérieure ; sa manette, disposée verticalement sur l'arrière du foyer, est à double levier. On a remplacé le secteur ordinaire par un guide à butoir, placé sur la tête du tuyau de prise de vapeur et qui limite l'excursion du levier.

Les soupapes de sûreté placées sur le dôme, sont du système connu sous le nom d'*Adams'patent* ; les ressorts sont longs, les leviers très courts et les sections d'orifice faibles. On paraît convaincu en Angleterre, que ce genre de soupapes, pouvant se soulever davantage, agit avec plus d'efficacité même pour un plus faible diamètre de siège, que le dispositif à longs leviers et ressorts plus courts, fréquent chez nous.

Les cylindres sont intérieurs et horizontaux. Entre eux sont disposés les tiroirs, verticaux et très aplatis à cause du peu d'espace qui leur est réservé. L'échappement se fait par deux orifices, l'un débouchant dans la boîte à fumée au-dessus du tiroir, l'autre sous ce dernier, dans une gaîne qui contourne le cylindre et vient se réunir au précédent à la base du tuyau d'échappement. Cette disposition a pour but d'éviter les diminutions de section et les coudes brusques qui pourraient gêner l'échappement.

Les cylindres sont fondus avec leur fond postérieur, leurs boîtes à étoupes et les supports de glissière; il en résulte une économie notable d'ajustage.

On peut, à l'aide d'un tuyau spécial, envoyer une partie de l'échappement dans le tender pour réchauffer l'eau d'alimentation.

Suivant la coutume anglaise, il y a double glissière latérale, formée par des cornières en fonte.

Les tiges de piston, en acier, ont leur fourche venue de forge; les pistons sont en laiton.

Les bielles sont cylindriques, ce qui permet de les finir mécaniquement; les têtes sont du modèle ordinaire de la Compagnie (1).

Les coulisses sont du système Stephenson, à une flasque, avec relevage par un levier placé à gauche de la plate-forme.

Les tiges de tiroir sont guidées, comme dans toutes les locomotives anglaises, par des douilles

(1) Dans la seconde partie de ce travail, nous décrivons la manière dont sont étudiés et construits les principaux détails des locomotives anglaises.

en bronze ou en fonte, maintenues dans la plaque de tôle formant le support postérieur des glissières. La partie de la tige qui pénètre dans ce guide est cylindrique, creuse, et du plus grand diamètre possible.

Pour éviter d'affaiblir l'essieu moteur, les poulies d'excentriques ne sont pas clavetées, mais seulement maintenues en place par un mandrin en fonte qui embrasse les coudes de l'essieu. Cette méthode assure en outre aux excentriques une position invariable, et prévient le dérèglement de la distribution. Les colliers d'excentriques sont en fonte et très robustes; leurs boulons d'assemblage, très longs, sont placés le plus près possible de la circonférence intérieure, afin d'éviter les déformations. Les surfaces de contact sont partout très larges.

Cette locomotive ne porte pas d'injecteurs; l'alimentation est faite par deux pompes dont les plongeurs en acier sont directement attelés sur les traverses des tiges de piston. Ces pompes, munies de réservoirs d'air, ont des clapets très légers et de forte section, afin de pouvoir aspirer l'eau chaude aux grandes vitesses.

Ce modèle de locomotive portait originairement un frein à vapeur consistant en un cylindre vertical placé sous la plate-forme, lequel agissait par l'intermédiaire de leviers sur les sabots des roues motrices et porteuses d'arrière. La plupart de ces machines sont aujourd'hui munies du frein Westinghouse.

Le graissage a été l'objet de soins tout particuliers. Les plaques de garde et les coussinets des

essieux sont alimentés d'huile par des tuyaux aboutissant à de petits réservoirs, fixés à l'intérieur des couvre-roues. Deux autres graisseurs, placés de chaque côté sur le corps cylindrique près de la boîte à fumée, servent à la lubrification des tiges de piston et de tiroirs ainsi que des glissières.

La plate-forme est recouverte par une cabine à moitié fermée sur le côté ; le mécanicien y trouve tout ce qui est nécessaire à la manœuvre.

Cette machine est attelée à un tender à six roues et dont les longerons sont intérieurs. Les roues du tender et les roues porteuses de la machine peuvent s'échanger. Les caisses à eau ont une capacité de $11^{m3},34$. On peut charger deux tonnes de charbon. Ce tender, très long et étroit comme tous ses congénères anglais, est assez bas pour qu'un homme de haute taille, debout sur le charbon, ne puisse être atteint par aucun des ponts de la ligne.

Signalons parmi les accessoires : un indicateur de vitesse Stroudley, les boîtes à sable placées sur les longerons et à l'avant des tambours des roues motrices, enfin, les deux registres permettant de fermer hermétiquement l'avant et l'arrière du cendrier.

Ces locomotives, d'une exécution fort soignée, sont peintes en marron jaunâtre poncé à plusieurs reprises, et sont vernies avec le plus grand soin. Leur propreté ne laisse rien à désirer, et fait le plus grand honneur au personnel de la Compagnie.

Great-Northern.—Cette locomotive (fig. 4) est une des plus puissantes de sa classe. L'unique essieu moteur porte 16 tonnes, la surface de chauffe est de

108 mètres carrés, le diamètre des cylindres atteint $0^m,455$, celui des roues motrices $2^m,44$.

C'est une machine à bogie, supportée par huit roues. L'emploi du truck articulé augmente beaucoup l'empattement et contrebalance largement l'effet perturbateur des cylindres extérieurs. Grâce au grand diamètre des roues motrices, on a pu augmenter celui des roues du bogie, ce qui offre un réel avantage pour une machine à grande vitesse.

Les longerons sont intérieurs ainsi que le châssis du truck. Les cylindres sont extérieurs et horizontaux; les tiroirs, verticaux, sont placés entre les longerons ; les glissières sont du modèle généralement usité en France.

Le foyer est compris entre l'essieu moteur et l'essieu porteur d'arrière, il est profond et du type Crampton. Il n'y a pas de dôme et le régulateur est dans la boîte à fumée; sa tringle de manœuvre, intérieure, sort à la partie postérieure de la chaudière où se trouve placé le levier de manœuvre. Les soupapes, du modèle ordinaire, sont au-dessus du foyer. La cheminée, tronconique, a sa grande base en haut; elle porte un chapiteau.

Les boîtes à sable, au nombre de deux, sont sur les longerons et contre les tambours des roues motrices. A l'arrière, se trouve une cabine très complète, fermée sur le côté.

Le tender est à six roues et de grandes dimensions. Il peut contenir $3^t,5$ de charbon et $12^{m3},200$ d'eau.

Cette locomotive remorquant l'express d'Écosse parcourt journellement, sans arrêt, les 170 kilomètres de Londres à Grantham.

Great-Western.—La figure 15 représente la plus récente de toutes les machines à roues indépendantes construites en Angleterre. Cette locomotive sort des ateliers de Swindon; elle est destinée à remorquer les express du *Great-Western railway* qui ont toujours eu une réputation de vitesse bien méritée.

C'est une locomotive à six roues. L'essieu moteur se trouve au milieu, à égale distance environ des essieux extrêmes, dont l'un est immédiatement à l'arrière du foyer et l'autre au-dessous de la boîte à fumée et des cylindres. Les longerons sont doubles; ils forment châssis extérieur pour les roues porteuses, intérieur pour les roues motrices. Les premières ont leurs ressorts au-dessus des boîtes à graisse; les secondes, les ont au-dessous. Les ressorts sont à lames, mais ils se rattachent au châssis par l'intermédiaire de rondelles en caoutchouc, disposition que l'on retrouve sur de très anciennes machines de la même Compagnie. Le diamètre des roues motrices est de $2^m,336$ et celui des roues porteuses de $1^m,371$, avec un empattement de $5^m,486$.

Les cylindres sont intérieurs et de grand volume, pour une locomotive à roues libres surtout; ils ont un diamètre de $0^m,457$; la course des pistons est de $0^m,660$. En raison des dimensions de ces cylindres, on a disposé les tiroirs horizontalement dans la boîte à fumée. M. Dean n'a pas employé la distribution Joy qui pourtant se prête mieux que toute autre à cette position des tiroirs. On a eu recours à un dispositif, dont l'adoption a dû être bien pénible à un ingénieur anglais, et qui est à peu

près unique en Angleterre. L'essieu moteur porte, en dehors des roues et de chaque côté, un petit tourillon sur lequel sont clavetés les excentriques. Ceux-ci sont donc extérieurs, et commandent une coulisse de Stephenson qui transmet le mouvement au tiroir par l'intermédiaire d'un balancier vertical, comme dans les locomotives américaines.

Le corps cylindrique est composé de deux viroles seulement; la plaque tubulaire avant est emboutie, et la boîte à fumée est dans le prolongement de la chaudière, arrangement également très rare en Angleterre. Le foyer est du type Crampton. Il y a un dôme de prise de vapeur, relativement volumineux, vers l'avant du corps cylindrique. Le *Great-Western*, il y a peu d'années encore, ne mettait pas de dôme à ses locomotives; il se rattrape aujourd'hni en leur ajoutant des réservoirs de vapeur, de dimensions supérieures à celles que la pratique anglaise a consacrées. La cheminée est fort courte à cause de la hauteur de la chaudière.

Les chiffres relatifs à l'appareil évaporatoire sont les suivants :

Surface de grille	$1^{m^2},7863$	
Surface de chauffe directe .	$12^{m^2},0770$	$\frac{\text{Surf. dir.}}{\text{Surf. tub.}} = \frac{1}{8.62}$
— — tubulaire	$104^{m^2},0731$	
— — totale . .	$116^{m^2},1501$	
Rapport de la surface de grille à la surface de chauffe. . . .		$\frac{1}{65}$
Longueur des tubes.		$3^m,333$
Diamètre des tubes		0,041 (extér.)
Nombre des tubes		241

La chaudière est, on le voit, très puissante pour une locomotive à roues indépendantes.

Le régulateur est dans la boîte à fumée. Relevage des coulisses en-dessous; manœuvre par un levier. La machine est munie du frein à vide qui agit sur les roues motrices et porteuses arrière. La cabine est fermée sur le côté: sa toiture dépasse à peine le haut du foyer.

En somme, c'est une belle machine à grande vitesse, et la dernière expression de ce que peut être une locomotive à roues libres.

II. — LOCOMOTIVES A QUATRE ROUES COUPLÉES

Si l'on excepte les locomotives-tenders, on devra remarquer que les machines à quatre roues couplées sur l'avant, ou à cylindres extérieurs, se rencontrent rarement en Angleterre. Aussi peut-on dire, sans exagération, que l'immense majorité des locomotives de la classe que nous allons examiner ont: le foyer entre les deux essieux couplés, le mécanisme à l'intérieur, et un bogie ou une seule paire de roues porteuses à jeu latéral, en avant. On retrouve ce type sur tous les chemins de fer anglais, avec de légères modifications de détail et des variations plus ou moins grandes de puissance. Beaucoup de ces machines, dernière expression des modèles primitifs, ont atteint le développement maximum dont elles sont susceptibles. D'autres, qui les ont d'ailleurs précédées et dont nous verrons quelques spécimens, sont de dimensions moindres ; plus légères, mieux équilibrées pour ainsi dire, elles permettent aux organes de trouver facilement leur place naturelle. Avec les locomotives puissantes au contraire, les dimensions de la chaudière, du foyer, des cylindres,

rendent souvent difficile l'arrangement relatif des différentes parties du mécanisme ou des accessoires.

En voyant la tendance des constructeurs anglais actuels à développer la puissance des locomotives, on peut se demander si les machines de dimensions moyennes sont appelées à disparaître bientôt. C'est là une question complexe, et qu'on ne saurait résoudre sans embarras. L'examen du matériel en cours d'exécution dans les différents ateliers pousserait à une réponse affirmative, mais la réflexion porte à l'opinion contraire.

En Angleterre, plus que partout ailleurs, en effet, les trains des lignes de second ordre sont courts et peu chargés, à cause de leur multiplicité. Ils se composent souvent de 4 à 5 voitures. Le trafic ne s'y développe pas dans des proportions qui puissent faire croire, d'ici longtemps, à une augmentation considérable du poids des trains. D'ailleurs, les Anglais préfèrent satisfaire aux exigences de la circulation par une augmentation du nombre des convois, pensant mieux servir ainsi les intérêts du public. Pourquoi donc alors, desservirait-on ces lignes avec les locomotives puissantes qui remorquent les express, plus pesants, des grandes lignes,? ce serait là un procédé d'exploitation fort coûteux. Ces réflexions sont du reste anticipées, les anciennes machines faisant encore ce service; mais plus tard, ne faudra-t-il pas créer des modèles du même genre pour les remplacer ?

On objectera bien les quelques avantages que présente l'uniformité du matériel, ce qui n'empêche que les Anglais, étant donné leur mode d'exploi-

tation, pourraient faire fausse route, en construisant trop de machines express à grande puissance, qui viendraient à la longue grever le budget des Compagnies.

Il nous semble qu'il existe à ce point de vue une lacune dans la construction anglaise actuelle. On fait partout un nouveau matériel à grande vitesse, très beau, armé de toutes pièces, mais on ne voit rien au-delà. Que fera-t-on plus tard pour exploiter les lignes secondaires où des machines-tenders ne sauraient convenir? Il y a là, soit un type nouveau à créer et il ne l'est pas, soit un remaniement ou une copie améliorée des anciens types à faire, et l'on ne s'en préoccupe guère à ce qu'il nous a paru (1). En France, les choses se passent un peu autrement, bien que beaucoup de lignes de second ordre soient aussi desservies par les vieux modèles de locomotives. En effet, les trains omnibus sont beaucoup plus longs et moins nombreux qu'en Angleterre, on peut donc utiliser à leur traction l'adhérence des machines à voyageurs les plus puissantes. En outre, les lignes d'intérêt secondaire n'ayant que peu ou point de trains rapides, pas n'est besoin d'un matériel léger à grande vitesse comme celui qui, pendant longtemps encore, sera nécessaire aux Anglais.

Nous allons passer, maintenant, à la description des machines à quatre roues couplées, suivant un ordre en quelque sorte chronologique : les der-

(1) Ceci bien entendu ne s'applique qu'aux locomotives à tender séparé, car les Anglais possèdent un grand nombre de machines-tenders, de dimensions restreintes.

nières examinées se rapportent à des types de construction toute récente, les autres à des modèles en service depuis un temps plus ou moins long.

Kitson. — La machine à quatre roues couplées, dont nous nous occupons ici, fut construite par M. Kitson à une époque où les locomotives à roues libres faisaient encore partout, en Angleterre, le service à grande vitesse. De là, le faible diamètre des roues motrices : $1^m,60$. Les dimensions générales sont, d'ailleurs, inférieures à ce qui se fait aujourd'hui. Il y a double châssis comme dans un grand nombre de locomotives anglaises, et les boîtes à graisse des roues porteuses sont extérieures à celles-ci. Le foyer est peu profond et le corps cylindrique placé relativement bas. La cheminée est tronconique.

Les cylindres et le mécanisme sont intérieurs; il y a deux soupapes à charge directe sur le foyer; le régulateur est dans un petit dôme situé au milieu du corps cylindrique. Les ressorts sont au-dessous des essieux pour les roues motrices, au-dessus pour les roues porteuses.

North-British. — MM. Neilson et Cie, de Glasgow, ont construit il y a quelques années, pour le *North-British,* des machines à bogies, à quatre roues couplées, qui sont désignées par cette Compagnie comme locomotives à marchandises. Pourtant, leurs dimensions et le diamètre des roues en font réellement ce que nous appelons des machines mixtes, aussi trouvent-elles ici leur place naturelle.

Le diamètre des roues motrices est de $1^m,66$, celui

des roues du truck 0m,905. Les longerons sont intérieurs ; les ressorts, placés sous les roues motrices, sont réunis par un balancier.

Les cylindres sont extérieurs; les bielles motrices sont à section circulaire, les bielles d'accouplement ont des têtes à coussinets avec serrage, disposition rare aujourd'hui en Angleterre.

Le corps cylindrique est de faibles dimensions, et le foyer peu profond. Le régulateur est placé au-dessus du foyer dans un dôme qui porte aussi les soupapes.

Cette machine est accompagnée d'un tender à quatre roues, de contenance moyenne.

London and South-Western. — Cette compagnie a fait longtemps la traction de ses trains de voyageurs, au moyen de jolies machines à cylindres extérieurs, fort soignées dans leurs détails.

Le foyer, en saillie, est placé entre les deux essieux accouplés, il est surmonté d'un grand dôme, recouvert en laiton poli, qui contient le régulateur. La cheminée, tronconique, a sa petite base en haut.

La distribution qui est intérieure est faite par une coulisse droite d'Allan à une seule flasque ; le relevage est opéré à l'aide d'un levier (1).

M. W. Adams, actuellement ingénieur de la Com-

(1) Ces machines, créées par M. Beattie, avaient des chaudières extrêmement compliquées. Elles comportaient originairement un réchauffeur d'alimentation, où circulait une partie de la vapeur d'échappement. Pendant les arrêts, l'alimentation se faisait par un petit cheval; pendant la marche, par des pompes à grande course qui refoulaient dans le réchauffeur.

pagnie, a remplacé les machines Beattie par des locomotives à bogie, qui méritent d'être citées, comme étant à peu près le seul exemple récent, en Angleterre, de machines express à quatre roues couplées et à tender séparé, ayant des cylindres extérieurs. (Fig. 13.)

Ce sont d'ailleurs des locomotives puissantes et bien étudiées. Le bogie est à l'avant, et son centre est dans l'axe de la cheminée, comme cela se pratique toujours en Angleterre. Le foyer est entre les deux essieux couplés, chacun des cylindres est placé entre les roues avant et arrière du bogie. Les glissières sont à guide unique placé au-dessus de la tige du piston, disposition qui commence à se répandre sur les lignes anglaises. La chaudière, qui a $1^{m},32$ de diamètre hors tôle, contient 218 tubes de 44 $^{m}/_{m}$ (extérieurement); elle est timbrée à $11^{kil},23$.

Le tender, à six roues, n'est pas de très grande capacité. Il peut prendre 3^{t} de charbon et $9^{t},080$ d'eau.

Les données principales sont:

Surface de chauffe tubulaire . . .	$98^{m2},01$
— — directe	$9^{m2},39$
— — totale.	$107^{m2},40$
Surface de grille.	$1^{m2},607$
Poids de la machine en ordre de marche	environ 42^{t}

Great-Northern. — Le *Great-Northern Railway* possède depuis longtemps un excellent type de locomotive à voyageurs, qui peut être pris comme

spécimen de ce genre de machines en Angleterre. (fig. 5).

Les longerons sont doubles, et les boîtes à graisse des roues porteuses sont maintenues par le châssis extérieur. Le dessus de la plateforme, suivant une disposition très fréquente en Angleterre, est à la hauteur du centre des roues motrices. Il en résulte que le tablier est relevé à l'emplacement des bielles d'accouplement et forme une sorte de boîte ou de tambour en tôle mince, où vient jouer la bielle dans la partie supérieure de sa course.

Les roues porteuses sont rejetées à l'avant jusque dans l'axe de la boîte à fumée, l'empattement est donc assez considérable ($5^m,30$).

La chaudière, qui ne porte aucun dôme, est fixée au bâti par les boîtes à feu et à fumée seulement, de sorte que le corps cylindrique n'est soutenu directement en aucun de ses points. C'est encore là un usage anglais absolument général. On ne prolonge plus la plaque transversale de support des glissières jusqu'à la chaudière, comme on le fait en France dans les machines à cylindres intérieurs.

Le foyer est disposé entre les essieux couplés, la cheminée est tronconique; les soupapes sont à l'arrière, au-dessus du foyer; la plate-forme est recouverte par une cabine complètement fermée sur le côté.

Ces locomotives sont munies du frein à vide Smith-Hardy, dans lequel les éjecteurs sont doubles et agissent indépendamment sur la machine et son tender ou sur le train. La prise de vapeur du

frein se fait à l'avant, près de la boîte à fumée ; les éjecteurs sont placés au-dessus des tambours des roues porteuses et se déchargent dans la cheminée. Cette disposition est d'ailleurs typique et se trouve répétée en Angleterre chaque fois que l'on emploie le frein à vide.

Lancashire and Yorkshire. — Cette Compagnie possède un type analogue au précédent. Le bâti est également double, mais l'empattement est moindre. Un dôme, placé au milieu de la chaudière, porte les soupapes et contient le régulateur.

Manchester, Sheffield and Lincolnshire. — Cette compagnie a beaucoup employé une locomotive à châssis extérieurs pour toutes les roues et longerons intérieurs pour les roues motrices. Le foyer, compris entre les essieux couplés, est en saillie sur le corps cylindrique qui ne porte pas de dôme. Le diamètre des roues motrices est de $1^{m},75$. Ces machines ont été transformées récemment et rendues beaucoup plus puissantes.

Le *London-Chatam* a possédé des machines similaires, mais avec des roues motrices de $1^{m},95$ et le foyer au-dessus de l'essieu accouplé d'arrière. On les a remplacées par des machines à bogies et à longerons extérieurs.

On rencontre aussi sur le *Midland* un modèle à longerons extérieurs avec un essieu porteur à l'avant. Dans ces machines, les châssis sont peints en vert, les manivelles d'accouplement et les bielles en rouge, et le tout verni, ce qui présente un aspect original.

South-Eastern. — La locomotive express de M. J. Stirling offre une grande ressemblance avec une autre machine décrite plus loin, et qui appartient au *Glasgow and South-Western.*

C'est une locomotive à bogie, à quatre roues couplées sur l'arrière, à cylindres et longerons intérieurs. Il n'y a pas de dôme; les soupapes Ramsbottom sont situées vers le milieu du corps cylindrique. La cabine est du modèle adopté par le *Great-Northern* depuis longtemps. Les sablières sont sur les longerons, contre les tambours des roues motrices.

Le tender, à six roues, pèse 29t,4 en charge.

Diamètre des cylindres. . . .	0m,482
Course	0,660
Poids de la machine en ordre de marche.	41t,500
Poids total machine et tender en ordre de marche	70t,900

Glasgow and South-Western. — M. Hugh Smellie, loco-superintendent de cette compagnie, vient d'adopter un type de machine très puissant et vraiment remarquable (fig. 7).

C'est une locomotive à bogie, cylindres et mécanisme intérieurs. Le diamètre des roues couplées est assez faible : 1m,86 seulement. Les cylindres sont volumineux et la chaudière de grande puissance. Le foyer, du type Crampton et à grille légèrement inclinée, est compris entre les essieux accouplés.

En raison de l'emploi du bogie et du faible diamètre des roues motrices, les cylindres sont incli-

nés. Les glissières doubles sont latérales ; les grosses têtes de bielle sont de l'ancien type Sharp à chapes.

La distribution est commandée par une coulisse ordinaire à une flasque, avec relevage par dessous. La manœuvre du changement de marche, du système Stirling, se fait à la vapeur, il y a un cylindre hydraulique modérateur et la vis est supprimée. Cette disposition est compliquée et sans grande utilité.

Le bogie, dont la cheville est dans l'axe de la cheminée, a un jeu latéral contrôlé par des ressorts en caoutchouc.

Le corps cylindrique, formé comme partout en Angleterre de trois viroles, n'est muni d'aucun dôme; il porte seulement deux soupapes Ramsbottom à l'aplomb de l'essieu moteur.

Le régulateur est à tiroir et placé dans la boîte à fumée; on le manœuvre à l'aide d'un levier à double branche placé sur l'arrière du foyer.

Il y a deux injecteurs horizontaux, non aspirants, placés latéralement contre les longerons suivant l'usage anglais.

La machine et le tender sont munis du frein Westinghouse. La pompe à air est placée entre les deux grands couvre-roues à droite; l'échappement de la vapeur se fait dans la cheminée, ce qui diminue le bruit insupportable que produit ordinairement cet appareil. Les réservoirs d'air sont sous la plate-forme. Le robinet du frein est placé sur l'arrière de la boîte à feu, entre le régulateur et l'appareil de changement de marche.

Les boîtes à sable sont sous les longerons, immédiatement à l'avant des roues motrices.

Il y a deux niveaux d'eau. Le tuyau du souffleur est à l'intérieur du corps cylindrique et débouche dans la boîte à fumée en traversant auparavant la plaque tubulaire.

Midland. — Le type du *Midland* ressemble beaucoup au précédent, toutefois il s'en distingue par quelques détails importants. C'est d'ailleurs un des modèles de locomotive les plus élégants que nous connaissions (fig. 8).

Les roues motrices sont d'un plus grand diamètre (2^m,13), ce qui permet l'emploi de cylindres horizontaux. Diamètre des cylindres : 0^m,452, course : 0^m,660.

Le corps cylindrique est plus élevé; il porte en son milieu un dôme contenant le régulateur et muni de deux soupapes de sûreté dont les dimensions paraîtraient faibles en France.

Le bogie est placé comme dans la machine ci-dessus, mais l'écartement des roues est un peu supérieur; il est du système Adams.

Il y a un frein à vapeur sur celles de ces locomotives qui ne sont pas munies du frein Westinghouse. Il y a deux injecteurs Gresham. L'abri du mécanicien, en partie fermé sur le côté, est de la forme ordinairement adoptée par la Compagnie.

Ces machines sont construites avec beaucoup de soin et fatiguent peu aux grandes vitesses. Remorquant 15 voitures, — les voitures du *Midland* sont très longues — à la vitesse moyenne de 80 kilomètres à l'heure, elles brûlent 9^k,40 de charbon de Derbyshire par kilomètre.

Le tender porte 13 mètres cubes de liquide et 4 tonnes de combustible; il est à six roues.

Les derniers modèles de ces machines que M. Johnson, l'ingénieur en chef de la Compagnie, a fait construire, ont été munis de la distribution Joy; les cylindres ont été rapprochés, et leur diamètre augmenté ($0^m,482$). Le service des trains d'Écosse, pour lequel ces machines ont été spécialement créées, compte parmi les deux plus rapides de l'Angleterre.

Great-Eastern. — Cette machine, de construction toute récente, résumant convenablement les idées qui prédominent en Angleterre à l'heure présente, et contenant de nombreux perfectionnements, mérite d'être étudiée dans ses détails (fig. 6).

C'est une locomotive à six roues, à cylindres et longerons intérieurs, construite pour remorquer des trains express sur une ligne difficile, ayant des pentes de $0^m,011$ et des courbes de faible rayon. Aussi, l'essieu porteur avant, rejeté à l'arrière des cylindres, est-il muni de boîtes radiales dont nous donnerons la description dans la seconde partie de cette étude.

La chaudière est entièrement en acier, à l'exception bien entendu des tubes et du foyer intérieur. Au milieu du corps cylindrique est un dôme en tôle où se fait la prise de vapeur. La boîte à feu, de grandes dimensions, est munie d'une arche en briques; le ciel est consolidé par des armatures en acier, et par quatre fortes entretoises fixées d'autre part au foyer extérieur.

Le cendrier, fermé à l'arrière, porte un registre devant. La cheminée, tronconique, ne porte pas de chapiteau ; elle est courte, en raison de la hauteur du corps cylindrique.

Les longerons sont formés chacun d'une seule tôle d'acier découpée, et sont solidement entretoisés. Un bâti en fonte, à nervures, qui sert de lest, forme la plateforme arrière, et les barres d'attelage viennent s'y fixer.

M. Worsdell, l'ingénieur de la Compagnie, préconise beaucoup l'emploi de l'acier moulé, et l'on retrouve sur cette locomotive plusieurs tentatives dans ce sens. Il a employé ce métal à la construction des roues de plusieurs machines à marchandises ; mais il n'a pas encore osé, croyons-nous, l'adopter pour ses locomotives express.

On ne doute pas d'ailleurs, en Angleterre, que le fer forgé ne soit détrôné un jour ou l'autre par l'acier moulé, pour la construction des roues, des bielles et des différentes pièces du mécanisme. Il y aurait dans ce remplacement une sérieuse économie de main-d'œuvre ; toutefois, il faut attendre que la pratique soit venue éclairer la question, et que la fabrication se soit perfectionnée.

La locomotive considérée ici, est munie d'une nouvelle distribution que nous croyons appelée à se répandre, pour les machines à cylindres intérieurs surtout. Nous voulons parler du système Joy, que M. Webb a déjà appliqué du reste au *London and North-Western.*

Nous verrons plus loin en quoi consiste cette distribution ; disons seulement qu'elle ne nécessite

pas d'excentriques, le mouvement étant pris vers le milieu de la bielle motrice. Les tiroirs se trouvent placés au-dessus des cylindres, ce qui est très avantageux quand ces derniers sont intérieurs aux longerons : on peut en effet leur donner un plus grand diamètre, sans réduire les orifices de vapeur ni gêner l'échappement, ou bien les rapprocher de l'axe de la machine, ce qui permet l'adoption de portées plus larges pour les fusées des roues motrices. En outre, la distribution de la vapeur est faite plus régulièrement, et la manœuvre du changement de marche nécessite un effort relativement faible. Cependant, dans les locomotives de M. Worsdell, cette manœuvre se fait par une vis et un volant.

Les bielles d'accouplement, en acier fondu, ont une section en double T et sont fort robustes, elles ont des têtes à bagues sans serrage. Sont également en acier moulé : les secteurs de la distribution, les glissières et leur support.

Le régulateur est à tiroirs verticaux superposés, on le manœuvre par un levier à double branche et une tringle intérieure.

Cette machine est munie du frein Westinghouse qui agit sur les roues de la machine et du tender. La pompe à air est placée entre les roues couplées et recouverte par la tôle qui forme le tambour commun aux deux roues du même côté. Cette disposition a pour but de protéger l'appareil contre la poussière. Le réservoir d'air est placé sous la plateforme.

La pression dans la chaudière est de $10^{k},20$, avec des tôles relativement minces de $0^{m},011$ d'épaisseur. Remorquant un train express de 14 voitures, ces

machines brûlent seulement $8^k,100$ de charbon par kilomètre.

Type Sharp. — MM. *Sharp and Stewart*, qui comptent parmi les premiers constructeurs de locomotives de l'Angleterre, ont souvent reproduit un excellent type de machine-express, assez semblable à celui que M. Webb a introduit au *London and North-Western.*

C'est une machine à cylindres et longerons intérieurs, ayant une chaudière de dimensions moyennes, mais qui possède une grande surface de chauffe directe. Les roues couplées, de diamètre modéré ($1^m,98$), sont fort espacées; le corps cylindrique est élevé et le mécanisme très accessible. Il y a un dôme pour la prise de vapeur; les soupapes, du genre Ramsbottom, sont au-dessus du foyer; rien de particulier à signaler dans cette machine qui est, en tous ses points, traitée dans le pur style anglais.

North-British. — La nouvelle locomotive-express adoptée par le *North-British*, est analogue à celle du Midland. Les roues couplées sont à l'arrière, tandis que l'avant de la machine est supporté par un bogie. Tout le mouvement est intérieur. La surface de chauffe totale est de $91^{m^2},30$; les diamètres des roues sont respectivement de $1^m,93$ pour les roues motrices, et de $0^m,83$ pour celles du truck. Les cylindres ont $0^m,430 \times 0^m,610$; le poids total est de 38 tonnes, et le poids adhérent de $24^t,40$. Ces chiffres nous montrent que ce n'est pas là une machine très puissante.

London-Brighton. — Nous avons dit plus haut que les Anglais ne plaçaient pas volontiers les roues couplées à l'avant, dans les locomotives à grande vitesse. Aussi M. Stroudley, en adoptant une telle disposition au *London-Brighton*, a-t-il été tout d'abord considéré comme faisant une tentative audacieuse. Les machines, très puissantes, conçues sur ce modèle (*Gladstone class*), ont toujours fait un excellent service et sont d'une fort belle apparence.

Les roues motrices ont $1^m,98$ de diamètre et les cylindres $0^m,437$ et $0^m,650$.

III. — LOCOMOTIVES-TENDERS

La classe des locomotives-tenders est largement représentée en Angleterre, où ce genre de machines est d'un usage courant sur les lignes de banlieue et d'intérêt local. On en a construit dans ces derniers temps de fort puissantes pour le service des voyageurs, et leur emploi tend à se généraliser.

Ces machines peuvent se diviser en deux genres, suivant la position qu'affectent les caisses à eau. Tantôt celles-ci, en forme de selle, sont placées au-dessus du corps cylindrique qu'elles embrassent, et la locomotive est dite *saddle tank-engine*; tantôt ces caisses sont placées latéralement, et la machine prend le nom de *side tank-engine*. La provision de combustible, par raison d'équilibre et de propreté, ne se met jamais sur les côtés du foyer, mais à l'arrière, dans une petite soûte ménagée à cet effet.

Ne pouvant faire ici une nomenclature détaillée,

nous nous contenterons de citer les plus remarquables d'entre ces machines, et celles, qui véritablement typiques, peuvent le mieux donner une idée de la pratique anglaise.

1. — Locomotives-Tenders à quatre roues couplées

London-Chatam-and-Dover. — On rencontre sur cette ligne des machines de dimensions moyennes qui font le service de la banlieue sud de Londres depuis une vingtaine d'années.

Les châssis sont extérieurs, les roues porteuses à l'avant, et les caisses à eau sur les longerons; l'essieu d'avant a un jeu latéral. Il y a un petit dôme pour le régulateur et une colonnette au-dessus du foyer pour les soupapes. Le diamètre des roues couplées est de 1^{m},60.

South-Eastern. — Cette Compagnie possède un modèle absolument typique de machines-tenders à voyageurs, à quatre roues couplées sur l'avant, qui est un bon exemple de la pratique anglaise. Derrière la plateforme se trouve un véritable tender supporté par un bogie. Cette disposition a été adoptée, afin que le poids adhérent sur les essieux couplés ne soit pas influencé par l'épuisement des provisions d'eau et de charbon. Toutefois, à cause du diamètre des roues d'avant, le mécanisme qui est intérieur n'est pas facilement accessible.

Ces machines sont munies d'une cabine fermée de tous côtés, avec deux ouvertures latérales seu-

lement, et des verres circulaires à l'avant et à l'arrière.

Les roues motrices ont un diamètre de $1^m,676$, celles du bogie ont $0^m,914$ seulement. Il n'y a pas de dôme de prise de vapeur; les soupapes, du système Ramsbottom, sont placées vers le milieu du corps cylindrique (Fig. 14).

Le poids en charge est de $46^t,300$. Diamètre des cylindres : $0^m,457$; course : $0^m,660$.

Ce modèle de locomotive a été maintes fois reproduit, et on le retrouve sur beaucoup de lignes différentes, avec quelques modifications.

North-London.—Au *North-London* on emploie beaucoup une machine à caisses latérales pour l'eau, avec un bogie à l'avant et le foyer entre les essieux couplés. Soupapes Ramsbottom, dôme de prise de vapeur; longerons et mécanisme intérieurs.

Les cylindres sont extérieurs et légèrement inclinés, leur diamètre est de $0^m,432$, et la course des pistons de $0^m,609$.

La surface de chauffe est de $94^{m^2},30$, et la chaudière contient 200 tubes de 44 millimètres. Le timbre est de $11^k,25$.

Le diamètre des roues couplées est de $1^m,676$; le poids adhérent, en charge, est de 29 tonnes. Le bogie porte $15^t,07$ quand la locomotive est vide, et seulement $14^t,07$ en ordre de marche, ce qui tient à la position des caisses placées à l'arrière.

La première de ces machines a été construite en 1868 par M. Adams.

Great-Western. — Cette Compagnie a employé des

machines à six roues, les quatre couplées étant à l'arrière et l'essieu porteur à l'avant derrière les cylindres.

Un autre type, en service depuis des années sur le *Bristol and Exeter*, avait un bogie à l'avant, et les caisses à eau au-dessus du corps cylindrique.

Ces deux types ont à peu près disparu de la circulation.

Metropolitan. — Les machines du *Metropolitan* sont trop connues pour que nous nous y arrêtions. Rappelons seulement que ce sont des locomotives à bogie, à cylindres extérieurs inclinés et à caisses à eau latérales. On peut envoyer dans ces caisses la vapeur d'échappement, afin de la condenser au passage des souterrains. Le diamètre des roues couplées est de $1^m,75$.

Tilbury and Southend. — Nous arrivons à une machine de construction récente (1881) qui mérite un examen détaillé, tant à cause de ses dimensions, qu'en raison des nombreuses particularités qui la distinguent (fig. 9). Ce sont MM. Sharp and Stewart qui ont construit les locomotives de ce modèle actuellement en service, et l'exécution ne laisse rien à désirer.

Afin de montrer combien étaient complexes les conditions que cette machine était appelée à remplir, nous ne pouvons mieux faire que de citer le passage suivant de l'*Engineering* écrit sur le même sujet : « M. Stride, ingénieur et directeur de la Compagnie, considéra comme avantageux de combiner, en une seule machine, la faculté de

remorquer les trains les plus lourds de marchandises et de bestiaux, aux qualités requises pour la traction des trains express, et à la propriété de stopper et de démarrer vivement avec les trains ordinaires de voyageurs. Pour remplir ce but, et afin d'éviter la nécessité d'avoir une seconde machine en feu à Tilbury, M. Stride se décida à l'adoption d'une locomotive-tender qui pourrait rouler aussi bien dans les deux sens de la marche. Il fallait aussi éviter de surcharger outre mesure aucun essieu, et atteindre avec sécurité de grandes vitesses sur une ligne très sinueuse.» Aussi, ajoute plus loin le même journal, « en est-il résulté une machine de dimensions inusitées, qui renferme la solution du problème, et qu'on a pu, à juste titre, qualifier d'*universelle* ».

C'est une locomotive à dix roues, dont quatre seulement sont couplées. A l'avant, et dans l'axe de la boîte à fumée, se trouve un bogie qui possède un jeu latéral, tandis que la caisse à charbon de l'arrière est supportée par un essieu, non accouplé, muni de boîtes radiales avec plans inclinés latéraux. Il résulte de cette disposition, que la longueur hors tampons est de $11^{m},36$, et l'empattement de $8^{m},85$, cotes tout à fait exceptionnelles en Angleterre.

Le jeu latéral du bogie est de $0^{m},062$; celui de l'essieu porteur d'arrière de $0^{m},050$. Des ressorts, convenablement disposés, contrôlent ce mouvement, et tendent à ramener le système dans l'axe de la machine.

Les longerons sont intérieurs et les cylindres

extérieurs; les dimensions de ces derniers sont $0^m,430 \times 0^m,650$. Les roues motrices ont $1^m,855$, elles portent 16 tonnes par essieu, en charge Leurs ressorts placés sous les essieux, sont réunis par un balancier situé par le travers du foyer.

La chaudière n'est pas de dimensions aussi considérables que la longueur de la machine et le volume des cylindres pourraient le faire supposer. La surface de chauffe totale est de 95 mètres carrés seulement, mais la surface directe est grande ($9^{m2},03$) et les tubes sont courts.

Le foyer est en cuivre rouge ; le ciel est maintenu par des entretoises cylindriques très rapprochées ; il contient une arche en briques. Le cendrier, ouvert aux deux bouts pour permettre indistinctement la marche en avant ou en arrière, est muni de deux registres facilement manœuvrables de la plateforme.

L'enveloppe du foyer est dans le prolongement du corps cylindrique. Ce dernier est composé de trois viroles arrangées bout à bout avec des couvre-joints extérieurs; il est réuni à la boîte à fumée par une cornière cintrée. La cheminée est tronconique avec sa grande base en haut, il n'y a pas de chapiteau.

La chaudière porte en son milieu un petit dôme où se fait la prise de vapeur. Les soupapes, du genre Ramsbottom, sont à l'arrière.

Les cylindres sont, comme nous l'avons dit, placés à l'extérieur et entre les roues du bogie. Il n'y a qu'une glissière de chaque côté, disposée au-dessus de la tige du piston. Les bielles d'accouplement sont à bagues.

Les tiroirs sont intérieurs et la distribution est opérée par des coulisses de Stephenson à une flasque, dont le relevage est commandé par un levier. Une entretoise en tôle porte les deux guides des tiges de tiroir.

Les caisses à eau sont en partie latérales, en partie situées à l'arrière sous la caisse à charbon et au-dessus de l'essieu porteur. Elles peuvent contenir $5^{mc},850$.

Il y a quatre sabliers placés sur les longerons, deux pour la marche en avant, deux pour la marche en arrière.

Une cabine, fermée sur les côtés, protége les agents du service dans les deux sens du mouvement. L'alimentation est faite par deux injecteurs horizontaux aspirants, placés à l'arrière sur les caisses à eau ; celles-ci s'arrêtent, vers l'avant, par le travers du milieu du corps cylindrique, pour faciliter la visite et le graissage des coulisses.

Cette machine est munie d'un frein à vis et à vapeur qui agit sur les roues motrices. Le souffleur est annulaire, et son tuyau, placé à l'intérieur de la chaudière, traverse la plaque tubulaire de l'avant.

2. — *Locomotives-Tenders à six roues couplées*

Les Anglais emploient beaucoup les machines-tenders à six roues couplées, pour la traction des trains de voyageurs à arrêts fréquents. Un modèle du genre est celui, qu'a depuis un certain nombre d'années adopté le *London-Brighton*, et que nous allons examiner.

London-Brighton. — M. Stroudley, ingénieur de cette Compagnie, a créé un fort joli type de machine-tender, qui est bien compris et bien étudié (fig. 10). Ces locomotives, de petites dimensions, sont très soignées dans leurs détails, entretenues avec beaucoup de propreté, et peintes avec une veritable recherche.

Les cylindres, tiroirs et longerons sont intérieurs, les caisses à eau, latérales, et les caisses à charbon placées à l'arrière. Les détails étant traités de la même manière que dans la machine-express à roues libres de la même Compagnie, nous n'y reviendrons pas.

A cause de l'essieu couplé d'avant, les cylindres sont inclinés. Il y a doubles glissières latérales; la plaque transversale formant support de glissières est en acier moulé et porte, venus de fonte, les guides des tiges de tiroir. Une partie de la vapeur d'échappement peut, à l'aide de deux tuyaux spéciaux, se rendre dans les caisses à eau pour le réchauffage. L'alimentation est faite par deux pompes; il n'y a pas d'injecteurs.

Pour éviter l'ovalisation des fusées, les boutons des bielles d'accouplement sont placés sur le même rayon que les coudes de l'essieu, au lieu de leur être diamétralement opposés. Cette disposition, que notre chemin de fer de l'Ouest a également adoptée, nécessite l'emploi de contrepoids plus lourds, mais elle a de bons résultats au point de vue de l'usure des coussinets des boîtes à graisse et des bielles d'accouplement.

Ces locomotives sont munies du frein Westing-

house. La pompe est placée extérieurement, sur le côté droit, contre la rampe du mécanicien. Le réservoir est situé sous la plate-forme, dans le sens de la longueur.

Il y a un abri très complet, fermé sur ses deux faces et en partie sur les côtés.

Ces petites locomotives qui ne pèsent que $24^{t},5$ ont une surface de chauffe de 49 mètres carrés seulement. Les cylindres ont $0^{m},330$ de diamètre et $0,^{m}500$ de course. La pression est de $10^{k},5$ comme dans presque toutes les locomotives anglaises.

Le nombre de voitures remorquées est en moyenne de 10 à 12, avec une consommation d'environ 8 kilogrammes de charbon par kilomètre, allumage compris.

North-London. — Le *North-London* nous fournira un bon exemple de machine-tender à marchandises, à cylindres extérieurs. Les caisses à eau, latérales, contiennent 4,000 litres. Les cylindres ont $0^{m},425$ et $0^{m},610$; le diamètre des roues est de $1^{m}32$. Dôme de prise de vapeur sur le corps cylindrique ; soupapes Ramsbottom ; frein à vis ; sabliers sur les longerons à l'avant et à l'arrière ; cabine avec écrans dans les deux sens de la marche (fig. 16).

Fox and Walker. — Ces constructeurs, qui se sont fait une spécialité des petites machines-tenders, ont créé un modèle assez réussi, dont un spécimen figurait à l'Exposition de 1878.

Les cylindres sont extérieurs et inclinés à cause de l'essieu d'avant qui empêche le passage des tiges de tiroirs. Les têtes des bielles d'accouplement sont

à coussinets et clavettes, particularité qui mérite d'être citée, car elle est devenue rare en Angleterre.

La caisse à eau est placée au-dessus du corps cylindrique, et le dôme qui porte les soupapes la traverse. La caisse à charbon est en porte-à-faux à l'arrière. Cette machine est munie d'un frein à vis agissant sur deux paires de roues. Le foyer est situé entre les deux essieux couplés de l'arrière. Il y a une cabine fermée sur les côtés.

Les dimensions générales sont à peu près les mêmes que pour la machine du *London-Brighton.*

Clarke and C°; Leeds. — Ressemble beaucoup à la machine précédente quoique plus forte. L'espacement des roues est plus grand. Les caisses à eau, également placées sur le corps cylindrique, s'arrêtent au foyer, vers l'arrière. Un dôme de prise de vapeur, placé au-dessus de ce dernier, porte les soupapes. Les cylindres sont inclinés. Double écran avec toiture; cheminée sans chapiteau; boîtes à sable à l'avant et à l'arrière. Des machines semblables se rencontrent sur beaucoup de lignes, où elles servent pour le service des marchandises ou les manœuvres de gare.

Autre type. — Citons encore comme très répandu, un type de machine-tender à cylindres intérieurs, avec essieux relativement écartés, caisses à eau sur la chaudière, cabine à l'arrière, bielles d'accouplement à bagues, frein à main. De semblables locomotives font le service des trains mixtes, sur certaines lignes d'intérêt local, par exemple dans le pays de Galles, la Cornouailles.

3. — *Locomotives de gare*

Le mode d'exploitation des lignes anglaises a restreint cette classe de machines, du moins pour les gares de marchandises. Pourtant, on en trouve dans quelques grandes stations « terminus », où elles servent surtout à la formation des trains de voyageurs.

A *Lime Street Station*, Liverpool, nous avons remarqué une locomotive assez puissante à cylindres et longerons intérieurs, et à six roues couplées ; la cheminée, extrêmement courte, est coupée presque à sa base pour permettre à la machine l'accès des remises de voitures.

Au *London and North-Western*, les manœuvres de gare se font souvent à l'aide de machines à quatre roues, toutes couplées, qui sont très simples et très robustes. Les cylindres sont intérieurs ; les roues, en fonte, du modèle adopté par M. Webb ; la caisse à eau est disposée en *saddle tank ;* pas de cabine mais un simple écran ; soupapes Ramsbottom à l'arrière ; frein à vis.

Machines de mines. — Sous le nom de *colliery engines*, les Anglais comprennent une série de petites locomotives, à six ou à quatre roues, qui font le service des mines. Les cylindres sont presque toujours extérieurs et inclinés, et la caisse à eau unique est placée sur le corps cylindrique ; les caisses à charbon sont ordinairement derrière la plateforme. Toutes ces machines, quelles que soient leurs dimensions, portent, en raison du climat

pluvieux de l'Angleterre, des boîtes à sable qui sont disposées à l'avant sur les longerons. Généralement, le régulateur est un tiroir vertical contenu dans un dôme au-dessus du foyer.

IV. — LOCOMOTIVES A MARCHANDISES

En raison de la célérité du transport des marchandises en Angleterre, les locomotives destinées à ce service n'offrent pas, avec les machines à voyageurs, des différences aussi prononcées que chez nous. Ainsi, prenez le modèle de locomotive express d'une compagnie quelconque, diminuez un peu le diamètre des roues motrices, couplez le troisième essieu, tout en conservant à peu près les dimensions générales, et vous aurez le type à marchandises correspondant. C'est là une règle qui ne souffre pour ainsi dire pas d'exception.

Les machines à marchandises anglaises sont généralement moins puissantes que les nôtres : elles ont au plus six roues couplées, dont le diamètre est ordinairement de $1^{m},50$. Cette cote relativement élevée ne doit pas nous étonner, la vitesse moyenne des trains de marchandises, d'ailleurs moins chargés que les nôtres, étant de 40 à 45 kilomètres à l'heure. Les surfaces de chauffe dépassent rarement 110 mètres carrés, et le poids total 35^{t}. Presque toutes ces locomotives ont les cylindres et le mécanisme intérieurs ; elles sont simples et robustes, mais en général moins soignées que les machines express. Comme elles offrent, en somme, beaucoup moins de particularités intéressantes que ces der-

nières, et qu'elles sont difficilement comparables aux machines françaises de la même classe, en raison des conditions bien différentes de leur service, nous passerons très rapidement sur ce sujet.

Midland. — La Compagnie du *Midland* possède un excellent modèle de machine à marchandises, que l'on peut prendre comme type de la classe, très nombreuse en Angleterre, des locomotives à six roues couplées, avec longerons extérieurs. Beaucoup de ces machines portaient originairement un second châssis, intérieur pour les roues motrices seulement, l'essieu coudé était ainsi maintenu par quatre boîtes à graisse. Cette disposition, fréquemment employée autrefois par MM. Sharp et Roberts, avait l'avantage de fatiguer très peu l'essieu moteur. Les cylindres ont $0^m,422 \times 0^m,630$, ils sont intérieurs et inclinés ; les tiroirs sont compris dans l'intervalle qui les sépare. Le diamètre des roues est de $1^m,58$; le foyer est du type ordinaire de la Compagnie et son enveloppe du système Crampton. La surface de chauffe est de 105^{m2}. Les soupapes sont sur un dôme, au milieu du corps cylindrique. Sabliers à l'avant sur les longerons ; bielles d'accouplement à bagues. Ces machines sont peintes et vernies avec soin pour faciliter le nettoyage.

Le *London-Chatam* a longtemps employé un modèle presque identique au précédent ; toutefois, l'essieu d'arrière était sous le foyer dont la grille était inclinée. Le corps cylindrique était plus long, et le foyer plus profond que dans la machine du *Midland*. Cette machine a été transformée récemment.

Le *Great-Northern* avait adopté antérieurement un type analogue. Les soupapes étaient à l'arrière; il y avait un balancier pour les deux ressorts de l'avant.

Le *Manchester-Sheffield and Lincolnshire*, le *Great-Western* et beaucoup d'autres lignes, possèdent des machines semblables, ne comportant que des différences de détails, suivant la pratique usuelle de chacune de ces Compagnies. Toutes les locomotives récentes ont des châssis intérieurs.

London and North-Western. — Cette locomotive a été créée par l'accouplement du troisième essieu des machines mixtes de M. Ramsbottom, et perfectionnée récemment par M. Webb. Les dimensions de la chaudière sont sensiblement les mêmes, les accessoires sont traités de la même façon.

Châssis intérieurs, roues de diamètre relativement grand : (1m,55), foyer Crampton placé entre les essieux d'arrière, soupapes Ramsbottom, cylindres intérieurs et inclinés, distribution Joy, roues en fonte avec bandages en acier.

On trouve de semblables machines, du moins quant aux dispositions générales, sur le *Great-Western*, le *Great-Eastern*, le *Lancashire and Yorkshire*. C'est le type qui tend à se répandre actuellement. Nous allons voir une locomotive qui en est la dernière expression.

Great-Eastern. — M. Worsdell, loco-superintendent du *Great-Eastern*, vient de mettre en service une locomotive à six roues couplées, très intéressante, qui n'est autre que la transformation de sa

machine-express (fig. 11). On y retrouve en grande partie les mêmes particularités, et l'ensemble est traité dans un style identique.

Les roues sont en fonte. Les longerons, en tôle d'acier, sont intérieurs ; les guides des boîtes à graisse, en fonte, portent des coins de rattrapage de jeu ; les boîtes à graisse sont en bronze garni d'antifriction.

La chaudière est en fer ainsi que les tubes. Le foyer, en cuivre, est consolidé par des entretoises, et le ciel par des armatures en acier moulé. Les trois viroles du corps cylindrique sont disposées bout à bout et réunies par des couvre-joints.

Les cylindres sont intérieurs et inclinés, mais M. Worsdell n'a pas appliqué la distribution Joy, comme il l'avait fait pour sa machine-express, de sorte que les tiroirs sont verticaux, et très resserrés entre les cylindres. Les glissières sont à guide unique placé au-dessus de la tige de piston ; le support des glissières, qui forme entretoise, est en acier coulé ; les crosses sont en fer forgé avec patins en fonte.

La distribution est opérée au moyen de coulisses de Stephenson, avec relevage par une vis inclinée et mobile, directement attelée sur la barre de relevage. Les excentriques ne sont pas clavetés sur l'essieu, mais ils sont tenus en place par des saillies venues de fonte qui embrassent les manivelles.

L'alimentation est faite par deux injecteurs non aspirants, placés à droite et à gauche contre les longerons, sous la plate-forme. Le régulateur, contenu dans un petit dôme, est à double tiroir et ma-

d'offrir un écoulement constant à l'eau de condensation. Ils sont réglés pour une admission maxima de 70 0/0.

Le grand cylindre, qui mesure $0^m,660 \times 0^m,610$, est placé entre les longerons et dans l'axe de la machine; il fonctionne avec la vapeur d'échappement des deux autres cylindres. C'est donc, comme on le voit, l'arrangement inverse de celui qui est en usage dans les machines marines compound à trois cylindres. Le tiroir est placé en dessus, et l'échappement se fait par deux tuyaux qui se rejoignent à la base de la cheminée. La pleine admission est de 75 0/0.

La distribution est, pour les trois machines, du système Joy, ce qui a permis de placer horizontalement les tiroirs, disposition qui, avec les coulisses ordinaires, eût entraîné de grandes complications (1).

Les échappements des petits cylindres se rendent séparément dans la boîte à tiroir du grand cylindre par deux tuyaux, qui, pénétrant à la partie inférieure de la boîte à fumée, la contournent en formant un double U renversé, lequel sert ainsi de réservoir intermédiaire et de réchauffeur. Une soupape, placée sur la boîte du grand tiroir, empêche la pression de dépasser 5 kilogrammes, afin que la contre-pression ne puisse devenir trop grande derrière les petits pistons. En outre, une

(1) Le poids des pièces mobiles pour les trois appareils de distribution serait suivant l'*Engineering*, inférieur de 222 k. à celui des coulisses et excentriques, dans les machines de même puissance, à deux cylindres.

petite prise de vapeur spéciale aboutit dans cette même boîte, est sert surtout au réchauffage après un arrêt. Le grand cylindre est muni de soupapes de coup d'eau à ressorts.

Les changements de marche des cylindres à haute et basse pression sont indépendants ; le relevage se fait, pour l'un par une vis et un volant, pour l'autre par un levier ; on peut ainsi modifier à volonté, et séparément, les introductions dans les petits cylindres et dans le grand cylindre.

Le régulateur, à soupape équilibrée, est placé dans un dôme vers le milieu du corps cylindrique ; le tuyau de prise de vapeur traverse la plaque tubulaire avant, et se partage en deux branches qui descendent le long des parois intérieures de la boîte à fumée, puis retournent en arrière aux petits cylindres.

La chaudière est du type ordinaire de M. Webb. Le cendrier, formé par le prolongement de la boîte à feu et de son enveloppe, est entouré, sur ses faces latérales et inférieures, par l'eau de la chaudière elle-même ; il porte à l'avant, pour l'arrivée de l'air, une ouverture rectangulaire et un registre.

L'essieu porteur est muni de boîtes radiales, d'un type fréquemment employé en Angleterre, au *L. N. W.*, au *Great-Eastern*, et que nous décrivons dans la seconde partie ; le jeu latéral est de $0^m,031$ de chaque côté.

Les nouvelles machines de ce système sont munies d'un frein à vapeur, agissant simultanément sur les roues motrices et sur celles du tender ; en outre, elles comportent un frein à vide pour le

augmentés; l'essieu porteur a été rejeté à l'arrière du grand cylindre. L'écartement des essieux moteurs est plus grand que dans aucune autre machine, grâce à l'absence des bielles d'accouplement, Le poids adhérent est de 30 tonnes, le poids total en charge de 44 tonnes.

La disposition de M. Mallet est plus simple. A part quelques accessoires, le nombre des organes est le même que dans les locomotives non compound, puisqu'il n'y a que deux cylindres, deux tiroirs et deux distributions. Toutefois, la position du cylindre de détente à l'extérieur élargit la base de la machine; en outre, le grand piston qui est lourd, se trouve, ainsi que les organes en mouvement, plus éloigné de l'axe que dans les machines ordinaires; il pourrait en résulter, à une vitesse élevée, des perturbations sérieuses. Aussi, bien que le dispositif de M. Webb soit compliqué et délicat en apparence, il convient à une locomotive express. D'ailleurs, M. Mallet s'est proposé de faire plutôt des machines économiques et d'un entretien facile, que des locomotives à grande vitesse : il a parfaitement réussi, on ne peut le nier. La machine Webb, au contraire, est avant tout destinée à un service express, et l'on ne doit pas oublier, nous le répétons, que la suppression des bielles d'accouplement en est une des particularités les plus saillantes, aux yeux même de son inventeur.

Il paraît certain que les locomotives compound ne donnent des résultats économiques, relativement aux machines ordinaires, qu'autant que la pression de régime est plus élevée. Une locomotive compound

qui fonctionnerait à 5 kilogrammes de pression n'aurait pas sa raison d'être, tandis qu'à 11 kilogrammes elle se montrerait réellement avantageuse. Le jour où des pressions de 12 à 15^{k} deviendraient courantes pour les locomotives, l'adoption du principe Compound s'imposerait. Le système Compound, à double ou même à triple expansion, est le seul mode d'utiliser efficacement la vapeur à très haute pression. Il est démontré que les meilleures machines à monocylindres, telles que les Corliss par exemple, cessent de donner des résultats très économiques quand elles fonctionnent à des pressions élevées, avec de grandes détentes, en raison des écarts de température qui se produisent dans le cylindre entre l'admission et l'échappement, et des condensations à l'admission qui en résultent.

On sait combien il est avantageux, dans toute machine compound, de réchauffer la vapeur du réservoir intermédiaire, surtout lorsqu'on ne peut mettre d'enveloppe au grand cylindre. C'est le cas d'une locomotive, où les dimensions du cylindre de détente rendent son agencement difficile, même sans cette addition. Or, la boîte à fumée, voisine des cylindres et des tiroirs, offre le meilleur emplacement qui se puisse pour un réchauffeur, d'autant plus que ce sont les gaz perdus qui produisent alors la surchauffe. On a vu que M. Webb avait sagement profité de cette circonstance. Nous croyons que cette facilité que l'on a de disposer un réchauffeur intermédiaire dans la boîte à fumée des locomotives, à proximité des cylindres, pourra

aider beaucoup, dans l'avenir, à propager l'application du mode Compound à ces machines, et aura une notable influence sur leur rendement économique. Il est probable qu'une locomotive compound fonctionnant à une pression de 12 kilogrammes, qui aurait un réchauffeur de vapeur énergique au réservoir intermédiaire, une chaudière assez puissante pour qu'il ne soit pas nécessaire de la pousser à outrance, et un cylindre de détente de grande capacité avec une admission modérée, devrait être, en raison de la vitesse du piston, un moteur aussi économique qu'il est possible lorsqu'on ne peut avoir recours à la condensation.

Le système Webb a été bien discuté, et beaucoup d'ingénieurs anglais ne s'y sont pas ralliés. M. Worsdell, du *Great-Eastern*, qui se distingue par son esprit de recherche et d'initiative, et dont nous avons eu plusieurs fois l'occasion de citer le nom, a créé lui aussi et tout dernièrement, une locomotive compound à grande vitesse dont les essais ont été satisfaisants, paraît-il. L'économie réalisée aurait été de 15 0/0.

M. Worsdell, voulant éviter la complication de la machine Webb, a simplement transformé en locomotive compound son modèle ordinaire de machine express que nous avons décrit plus haut. Les cylindres ont respectivement comme diamètre, $0^m,457$ et $0^m,661$, avec une course de $0^m,610$. Le diamètre des roues est de $2^m,13$. On a remplacé par un bogie l'essieu porteur à boîte radiale, à cause de l'augmentation de poids de la partie avant. C'est peut-être sous cette forme que les loco-

motives compound se répandront, du moins en Angleterre.

Le *Great-Eastern* a décidé la construction de 10 machines de ce modèle.

VI. — TENDERS

Les tenders anglais, presque toujours à six roues, sont plus longs, plus étroits, moins hauts que les nôtres. Leur contenance est généralement supérieure à celle des tenders français; toutefois elle est moindre que dans nos tenders construits récemment pour les trains rapides.

Dans l'immense majorité des cas, les longerons sont extérieurs. Cependant, au *London-Brighton*, quelques tenders ont des longerons intérieurs, afin que les roues soit échangeables avec celles de la machine. Les châssis sont très souvent en bois doublé de tôle, les glissières des boîtes à graisse sont en dedans des plaques de garde, et les ressorts au-dessus des longerons, contre les caisses. Cette dernière disposition est cependant moins fréquente depuis quelques années; au *L. and N. W.*, au *Midland*, au *Great-Eastern*, les ressorts sont placés directement au-dessus des boîtes à graisse.

Généralement, les trois esssieux offrent le même écartement; sur quelques tenders pourtant, l'essieu du milieu est reporté vers l'arrière, arrangement logique, puisque le poids est plus grand en cette partie. On emploie très fréquemment les balanciers pour répartir la charge sur les deux essieux postérieurs. Tantôt, les caisses à eau sont disposées en

fer à cheval avec le combustible au centre, tantôt et plus souvent, elles occupent la plus grande partie du tender, l'avant restant destiné au charbon.

Il y a toujours un frein agissant sur les trois paires de roues ; il est à vis, à vapeur, à air comprimé, à vide, suivant celui de ces systèmes qui est adopté pour la machine.

La contenance en charbon varie de 3^t à 5^t ; celle en eau de 9^t à 14^t. Le poids des tenders vides oscille entre 13^t et 14^t, leur empattement atteint souvent 4^m00.

SECONDE PARTIE

Nous avons réservé pour la seconde partie l'étude des détails de construction. Nous nous bornerons naturellement à citer les pratiques usuelles en Angleterre et les dispositions spéciales aux locomotives de ce pays. Afin de suivre un ordre méthodique, nous examinerons successivement: *la Chaudière, le Mécanisme moteur, le Véhicule,* et enfin *les Accessoires.*

1. — Chaudière

Corps cylindrique. — Le corps cylindrique, toujours formé de trois viroles, affecte très souvent la forme télescopique. Quelquefois cependant, les anneaux sont placés bout à bout et réunis par des couvre-joints extérieurs : les clouures longitudinales se font aussi à couvre-joints, simples ou doubles, portant deux rangs de rivets.

Une cornière extérieure, parfois doublée intérieurement à la partie haute d'une seconde cornière, réunit la chaudière à la plaque tubulaire avant. Celle-ci est emboutie et porte une pince sur laquelle vient se river la boîte à fumée qui est toujours saillante.

La longueur du corps cylindrique dépasse rarement $3^{m},30$ dans les machines les plus puissantes ;

quant à son diamètre hors tôle, il varie de $1^m,24$ à $1^m,33$.

Foyers. — En Angleterre, plus encore que chez nous, on a, dans les vingt dernières années, inventé pour les boîtes à feu un grand nombre de dispositifs très compliqués auxquels on a complètement renoncé depuis, à cause des inconvénients multiples qu'ils créaient. Il en résulte qu'à l'heure actuelle les foyers de locomotive sont très simples, et que l'on a totalement abandonné les bouilleurs transversaux, les chambres de combustion séparées et beaucoup d'autres arrangements dispendieux.

En règle générale, on peut dire que les boîtes à feu intérieures ont la forme parallélipipèdique, ou du moins qu'elles s'en écartent peu. Comme en France, le seul métal employé pour leur construction est le cuivre rouge. Les rivets sont en fer.

Le ciel du foyer est soutenu, soit par des armatures en fonte, en fer, ou même en acier moulé comme au *Great-Eastern*, soit par des entretoises rivées sur l'enveloppe ; cette dernière disposition tend à se répandre. Très souvent, la partie avant de la boîte à feu est supportée par des tirants boulonnés dans une pièce de fonte transversale ayant une section en I, qui se trouve rivée à la tôle extérieure. Presque toutes les boîtes à feu, pourvues d'armatures à leur partie supérieure, ont leur enveloppe consolidée par quatre cornières extérieures adossées deux à deux, et distantes de $0^m,60$ environ, auxquelles viennent se suspendre des bielles formant entretoises, qui supportent une partie de ces armatures.

Au *London-Brighton*, M. Stroudley emploie des boîtes à feu en forme de tronc de pyramide allongé, afin de faciliter le dégagement latéral des bulles de vapeur. Leur ciel est en outre incliné pour augmenter l'épaisseur de la couche d'eau à l'endroit le plus chauffé, l'arche en briques renvoyant vers la partie postérieure du foyer les gaz de la combustion. Ces mêmes foyers s'élargissent aussi à l'avant, près de la plaque tubulaire, afin de permettre l'usage d'un plus grand nombre de tubes.

La réunion des boîtes à feu, intérieure et extérieure, à la partie basse et au pourtour de la porte du foyer, se fait comme dans nos locomotives par des cadres en fer forgé au travers desquels passent les rivets. Toutefois, au *L.and N.W.*, l'entourage de l'ouverture du chargement est formé par la pince rabattue de la boîte à feu intérieure qui vient se river directement sur une collerette de la tôle de fond. Cette disposition, quoique d'une exécution plus difficile, a l'avantage d'offrir une bonne étanchéité, et de faciliter le matage dès qu'une fuite vient à se produire. M. Webb emploie aussi des boîtes à feu formant cendrier et qui ont une nappe d'eau sous la grille. Deux ouvertures seulement sont ménagées, l'une à l'avant pour l'entrée de l'air, l'autre au milieu de la partie inférieure et horizontale, pour le nettoyage du cendrier. Ces deux ouvertures sont munies de registres.

L'emploi d'une arche en briques, inclinée et appuyée contre la plaque tubulaire avant, est absolument général. Le but de cette disposition qu'on ne saurait trop recommander est d'améliorer la

combustion, en créant un remous dans les gaz et en les mélangeant à une petite quantité d'air qui peut s'introduire par des ouvertures ménagées, soit dans la porte du foyer, soit à son pourtour. L'arche en briques est inclinée vers l'avant d'environ 0m,25 par mètre, et sa longueur dépasse rarement les deux tiers de la profondeur du foyer; les briques sont réfractaires et leur épaisseur est généralement de 0m,110.

Beaucoup de systèmes différents ont été adoptés pour les portes de chargement, toutefois on peut les ramener à quelques types principaux. Contrairement à ce qui se fait en France, il est rare que ces portes s'ouvrent latéralement, et jamais on ne les munit d'une plaque intérieure formant écran. Le plus souvent, elles tournent autour de charnières situées, soit à leur partie inférieure, soit à leur partie supérieure. Dans ce dernier cas, le battant s'ouvre en dedans comme au *London-Brighton*, au *L. and N. W.*, et empêche l'air froid de passer directement à travers les tubes pendant le chargement. Au *Glasgow and South-Western*, la porte proprement dite ne s'ouvre que par exception, mais elle est munie d'une tubulure extérieure et saillante qui se redresse, de façon à présenter un orifice légèrement incliné, par lequel on verse le combustible. On rencontre aussi beaucoup de portes glissant transversalement entre les rainures, et qui s'ouvrent en deux parties comme des registres.

Dans presque tous les systèmes de portes que nous venons de citer, la manœuvre est faite par un

levier à secteur denté qui permet de maintenir l'ouverture au degré voulu.

Les dimensions relatives des foyers et la proportion de surface directe paraîtront assez considérables, si l'on tient compte de la qualité du combustible employé. Ainsi, les nouvelles machines ont des profondeurs de foyer comprises entre $1^m,60$ et $1^m,80$, pour des longueurs de tubes de $3^m,20$ seulement en moyenne.

Grilles. — Il est assez rare de rencontrer sur les machines neuves des grilles très inclinées, et l'ancienne disposition Cudworth paraît être absolument abandonnée.

Les grilles sont généralement formées, dans la longueur, de deux barreaux soutenus à leurs extrémités. Cependant, au *L. and N. W.* et au *London-Brighton*, beaucoup de locomotives ont une seule rangée de barreaux, et ceux-ci, de très fort échantillon, sont portés par deux traverses creuses en fonte, rivées sur les parois latérales de la boîte à feu. Ces deux supports, qui soutiennent le barreau à $0^m,30$ environ de chacune de ses extrémités, sont munies de saignées disposées parallèlement à la voie, et dans lesquelles les barreaux s'engagent en partie, dispositif qui les empêche de se rapprocher.

Nous n'avons vu nulle part d'appareils pour jeter la grille ni, comme en Amérique, de barreaux en fer creux à travers lesquels circule l'eau de la chaudière.

Enveloppes des foyers. — Ainsi que nous avons eu souvent l'occasion de le dire au cours de cette

étude, les boîtes à feu extérieures en saillie sont abandonnées d'une manière presque absolue.

Sur *toutes les machines récentes* les enveloppes du foyer sont du système Crampton, c'est-à-dire dans le prolongement du corps cylindrique. On les fait presque toujours d'une tôle unique constituant à elle seule les côtés et le berceau. De cette disposition résulte que la grille est forcément étroite, et que sa surface se trouve être, malgré la profondeur du foyer, plutôt inférieure à ce qu'elle est dans les machines françaises similaires qui n'ont pas de foyer Crampton. Toutefois, comme le combustible brûlé sur les chemins de fer anglais est généralement de très bonne qualité, des surfaces de grilles moyennes sont suffisantes.

Cendrier. — Les cendriers de toutes les machines sont faits avec soin, et on les considère de plus en plus comme accessoires importants des foyers. Souvent ils sont ouverts aux deux extrémités, afin de faciliter également l'accès de l'air à la grille dans les deux sens de la marche; cette disposition est particulièrement fréquente dans les machines-tenders faisant un service de navette.

Les ouvertures des cendriers sont toujours munies de registres verticaux commandés de la plate-forme par des leviers à secteurs; leurs mouvements ne sont jamais encrassés et fonctionnent partout d'une manière satisfaisante. Notons d'ailleurs que ces registres sont d'une importance capitale dans les locomotives anglaises qui ne portent pas de soupapes d'échappement variable, ni de capuchons aux cheminées.

Dômes. — Presque toutes les machines ont maintenant un dôme de prise de vapeur, celle du *Great-Northern*, du *Glasgow and South-Western*, *du South-Eastern*, et de quelques rares Compagnies, font seules exception. Ces dômes, de petites dimensions, sont tantôt placés au-dessus du foyer et tantôt près de la boîte à fumée comme au *Metropolitan*; mais, le plus souvent, on les dispose vers le milieu du corps cylindrique. On les fait en tôle ou en fonte, et leur hauteur, sans la chemise, dépasse rarement 0^m, 90. Ils sont recouverts d'une enveloppe, soit en tôle mince, soit en laiton poli, qui affecte ordinairement la forme d'un cylindre surmonté d'une calotte hémisphérique.

Quelquefois, les dômes sont disposés pour servir de trous d'homme, et dans ce cas, ils sont tenus en place par des boulons fixés à un anneau en tôle rivé au corps cylindrique.

Cheminées. — Les cheminées sont de formes très diverses. Pendant longtemps on les a faites tronconiques, avec la grande base à la partie inférieure, afin que la condensation graduelle de la vapeur d'échappement ne puisse diminuer la puissance du tirage. C'est d'ailleurs un usage qui se pratique encore au *London-Brighton.* Actuellement, la vogue est aux cheminées un peu élargies vers le haut en forme d'éjecteur.

Les cheminées sont courtes dans les nouvelles machines, à cause de l'élévation du corps cylindrique, et du gabarit qui réduit à 4^m,00 environ la hauteur totale au-dessus du rail.

Beaucoup de cheminées sont munies de chapiteaux en laiton mince ou en fonte, formant une sorte de moulure plus ou moins arrondie; toutefois, c'est là un usage qui commence à se perdre.

Portes des boîtes à fumée. — Les portes des boîtes à fumée sont sans exception composées d'un battant unique en tôle, circulaire, bombé et muni intérieurement d'une plaque formant écran qui est maintenue par quelques entretoises. La fermeture se fait à l'aide d'un verrou dont la manette se trouve au centre de la porte, et le serrage est produit par un écrou à levier placé sur le même axe. Les charnières sont latérales; cependant au *L. and N. W.* elles sont à la partie supérieure et la porte s'ouvre de bas en haut.

C'est là une disposition fort simple et qui donne à l'avant des locomotives un aspect très satisfaisant.

Trous d'homme. — Beaucoup de machines ont à la partie inférieure du corps cylindrique un trou d'homme fermé par un bouchon autoclave. Souvent aussi c'est le dôme qui sert à cet effet, on en démonte le dessus pour visiter la chaudière.

Tubes. — Les tubes sont en laiton de choix et généralement de la marque 10, 11 ou 12 B.-W.-G. (*Birmingham wire gauge*). On les fixe au dudgeon, et l'on y chasse des bagues intérieures à l'emplacement de la plaque tubulaire arrière. Leur diamètre varie de $0^m,037$ à $0^m,046$. Certaines machines à marchandises ont des tubes en fer.

Qualité et épaisseur des tôles.—On emploie pour les

chaudières le meilleur fer du Yorkshire ou des qualités équivalentes, avec des épaisseurs de $12^{m}/_{m}5$ en moyenne.

L'acier, du reste, est employé d'une manière courante ; ainsi pour ne citer qu'un exemple, le *L. and N. W.* railway possède plus de 1.700 locomotives ayant des chaudières en acier. Ce métal se comporte bien, s'il est très doux et susceptible d'allongements de 20 à 25 °/₀, s'il a été travaillé avec soin, n'a pas été poinçonné, a été bien recuit, et rivé par pression hydraulique. Les épaisseurs généralement adoptées ne dépassent pas $10^{m}/^{m}5$ pour des pressions de $10^{k},5$ à $11^{k},2$ et des diamètres de virole inférieurs à $1^{m},30$.

La mise en œuvre de l'acier se fait très bien aujourd'hui dans les grands ateliers, notamment à Crewe (*L. and N. W.*) où les ouvriers ont pris l'habitude de ne plus travailler d'autre métal.

Attaches de la chaudière et du châssis. — Toutes les chaudières sont tenues au châssis par la boîte à fumée qui est rivée sur le massif des tiroirs et des cylindres. Elles sont supportées, à l'arrière et de chaque côté du foyer, par une cornière qui repose sur une saillie boulonnée au longeron, et sur laquelle elle peut glisser pour permettre la dilatation. On ne soutient plus *jamais* directement le corps cylindrique qui se trouve ainsi complètement en porte-à-faux ; même dans le cas de cylindres intérieurs, on ne prolonge pas la plaque de support des glissières jusqu'au-dessous de la chaudière, comme c'est l'usage en France, au chemin de fer du Nord entre autres.

II. — Mécanisme moteur

Cylindres et tiroirs. — Les boîtes à tiroir sont toujours disposées verticalement entre les cylindres, que ceux-ci soient intérieurs ou extérieurs ; les nouvelles machines du *Great-Eastern*, du *Midland* et du *L. and N. W.*, qui sont munies de distributions Joy, font seules exception et portent des tiroirs horizontaux.

Il n'y a rien de spécial à citer dans l'agencement des cylindres, si ce n'est que parfois, comme au *London-Brighton*, ils sont fondus avec leur couvercle postérieur et leur stuffing-box. La manière d'attacher les cylindres au châssis n'offre aucune particularité intéressante.

Les tiroirs sont, dans l'immense majorité des cas, de simples tiroirs à coquille en fonte ; rarement il est fait usage du bronze pour leur construction.

Les tiroirs Trick à doubles orifices sont employés dans certains cas spéciaux, comme par exemple sur les locomotives Compound de M. Webb. Nous n'avons vu nulle part de distributions à deux tiroirs superposés.

Dans les machines récentes à cylindres intérieurs, en raison du fort volume de ces derniers, les tiroirs se trouvent fort aplatis et les conduits de vapenr très resserrés ; aussi l'un des principaux avantages de la distribution Joy est-il, ainsi que nous l'avons dit, de remédier à cet inconvénient grave en permettant de disposer les tiroirs au-dessus des cylindres.

Au *London-Brighton* les tiroirs sont munis à leur

face latérale inférieure d'un large patin qui les supporte sur le fond de la boîte à tiroir.

Pistons. — On emploie le piston suédois à un ou deux segments, et le piston Ramsbottom à trois rangées de bagues.

Les corps de pistons sont en fonte, ou quelquefois en laiton comme dans les machines de M. Stroudley (fig. 37). Ils sont toujours fixés sur les tiges par un assemblage à boulons et à cône de pente accentuée, pour faciliter le démontage. On n'emploie pas les pistons creux; la circonférence est simplement réunie au centre par une souche d'épaisseur variable et quelquefois rejetée vers l'arrière en forme de cône très aplati.

Glissières et crosses. — Le système de guidage le plus employé pour les tiges de piston est la double glissière latérale avec deux coulisseaux. Souvent ces coulisseaux sont venus de forge avec la crosse (fig. 38), disposition simple et commode, mais qui demande un ajustage parfait des glissières. Celles-ci se font en fonte ou en acier moulé, et leur section est en ⊥; elles sont maintenues à l'arrière, dans le cas de cylindres intérieurs, par une plaque transversale appelée *motion-plate* qui sert d'entretoise au châssis. Cette plaque se fait en tôle ou en acier coulé, elle porte aussi comme nous le verrons, les guides des tiges de tiroir.

Les glissières dans le plan d'oscillation de la bielle sont rarement usitées, si ce n'est pour les cylindres extérieurs. On commence au contraire à faire un très large emploi des glissières à un seul

guide, placé au-dessus de la tige du piston, et embrassé par la crosse.

Guides des tiges de tiroirs. — Que les cylindres soient intérieurs ou extérieurs, les tiges de tiroir sont guidées d'une façon absolument identique. Elles traversent la plaque de support de glissières, dans une douille venue de fonte avec cette dernière ou rapportée et maintenue par des boulons ; la tige du tiroir porte à cet endroit un renflement auquel elle est clavetée et qui est carré ou cylindrique, foré, et du plus grand diamètre possible afin de donner une large surface de contact. Les coulisses attaquent généralement la tige du tiroir en arrière du guide ; toutefois, sur certaines lignes, le secteur, à une flasque, passe dans un petit cadre venu de forge avec la tige et situé entre la plaque support de glissière et le presse-étoupes ; la *motion-plate* est alors de hauteur très réduite afin de ne pas s'opposer aux mouvements des bielles d'excentriques.

Bielles motrices. — Dans le cas d'essieux coudés, on emploie presque uniformément une tête de bielle du type Sharp à chape rapportée et boulonnée, le serrage des coussinets étant fait sur l'avant avec clavette et contre-clavette.

M. Webb emploie un excellent modèle où le serrage se fait d'une façon analogue ; seulement la tête de bielle est à fourche et fermée sur l'arrière par une barrette verticale à travers laquelle passe un fort boulon maintenu aux deux branches de la fourche (fig. 19 et 20).

Au *London-Brighton* les grosses têtes de bielles

sont du type marine, le serrage étant produit par les deux boulons qui réunissent le corps à la tête de la bielle (fig. 18). Ces boulons sont forés sur une certaine longueur, ce qui leur assure en tous points une élasticité égale à celle de la partie filetée.

Quand les cylindres sont extérieurs, les têtes sont, soit fermées pour les machines à roues libres, et de formes semblables à celles qui sont usitées chez nous, soit à chapes mobiles ou à fourche.

Les petites têtes sont généralement fermées et de la forme représentée figure 21, avec serrage sur l'arrière.

Les corps des bielles sont à section rectangulaire dans l'immense majorité des cas; certaines Compagnies, comme le *London-Brighton*, conservent quelquefois les bielles cylindriques afin de pouvoir les terminer au tour.

Bielles d'accouplement. — Ainsi que nous avons eu maintes fois l'occasion de le dire au cours de cette étude, les bielles d'accouplement sont toujours à bague sans serrage. Une goupille verticale, ou une petite clavette horizontale, empêchent seules la bague de tourner (fig. 23, 24 et 25). C'est une disposition simple, économique, et réellement pratique, que notre chemin de fer du Nord emploie du reste couramment depuis longtemps. Ces bielles se font souvent en acier coulé, en section à I, et sont d'échantillons plus robustes que leurs similaires françaises.

Coussinets. — On fait beaucoup usage de métal antifriction, incrusté dans les coussinets en bronze

sous forme de rondelles ou de stries transversales à queue d'aronde.

Au *London and N.-W.*— certaines machines Ramsbottom n'ont pas de coussinets proprement dits aux petites têtes des bielles motrices : une chemise en bronze, fixée à demeure sur la traverse de tige du piston, en remplit le but.

Excentriques. — Les poulies sont toujours fondues par groupes de deux, et les colliers en fonte et très robustes, sans bagues en bronze (fig. 26). Le frottement de fonte sur fonte est excellent et ces colliers font partout un bon service. Les boulons qui les relient sont très longs et placés le plus près possible de la circonférence intérieure afin d'éviter les déformations.

La barre d'excentrique porte une embase qui est reliée au collier par deux goujons. Le godet graisseur est sur l'avant du boulon de serrage le plus haut.

Coulisses. — La coulisse de Gooch est rarement employée ; la distribution Walschaert ne se rencontre que sur les machines Fairlie, mais la coulisse d'Allan est appliquée dans un assez grand nombre de cas. Les secteurs ordinaires de Stephenson à une flasque, avec l'attache des bielles aux extrémités, sont de beaucoup les plus répandues.

L'arbre de relevage est tantôt au-dessus, tantôt au-dessous ; il commande généralement la coulisse en son milieu, sa bielle s'articulant à une fourche rivée sur l'arrière de cette dernière, et qui porte deux tourillons situés dans l'axe de la rainure du

coulisseau. On équilibre presque toujours les coulisses avec un contre-poids ; toutefois, au *Great-Southern* (Irlande), l'arbre de relevage de certaines machines porte à cet effet un ressort en spirale, enfermé dans une boîte en fonte.

Distribution Joy. — Le *London and N. W.* et le *Great-Eastern* emploient beaucoup une nouvelle distribution sans excentriques qui nous paraît destinée à se répandre.

Les tiroirs sont horizontaux et se placent au-dessus des cylindres, disposition commode quand ceux-ci sont intérieurs et de grand volume. Le mouvement du tiroir est pris vers le milieu de la bielle motrice (fig. 27) et transmis par l'intermédiaire d'un mécanisme relativement simple. Les variations de détente et le changement de marche sont obtenus par le moyen d'un secteur qui peut tourner autour de son axe d'un certain nombre de degrés, et dont le mécanicien règle l'inclinaison.

Les avantages de ce dispositif sont surtout : la fixité relative des avances, la suppression des excentriques, la facilité de la manœuvre et la légèreté *des pièces en mouvement.*

Changements de marche. — Beaucoup de locomotives anglaises sont encore munies de leviers de changement de marche, placés le plus souvent à gauche de la plate-forme. Toutefois, l'usage des manœuvres à vis est général sur le *Great-Eastern*, le *L. and N.-W.* etc. Lorsque cette dernière disposition est adoptée, la vis est mobile et progresse dans un écrou fixe : elle actionne la barre de relevage

Les machines-tenders portent toujours une paire de chasse-pierres à chaque extrémité.

Suspension. — Tous les genres de suspension sont représentés en Angleterre.

Les ressorts sont construits et disposés comme chez nous, mais ils sont généralement plus longs. On ne trouve nulle part, dans le cas de ressorts placés au-dessus des boîtes à graisse, la disposition française d'assemblage par rondelle et boulons avec les tiges de suspension. Chacune de ces dernières porte simplement un crochet renversé qui vient saisir l'extrémité du ressort, ou un petit tourillon qui pénètre dans un œil venu de forge avec la lame supérieure ; le réglage se fait contre le châssis par des boulons. Si les ressorts sont sous les essieux, ils portent toujours nn œil à chaque bout pour l'articulation des bielles de suspension (fig. 28). Au *Great-Western*, il est d'usage depuis fort longtemps d'interposer des rondelles en caoutchouc, entre les tiges de suspension des ressorts et les châssis.

Quelquefois comme au *L. and N. W.*, on emploie un seul grand ressort transversal pour l'essieu moteur d'arrière.

Les différentes dispositions de balancier sont très employées, mais il semble que la tendance actuelle soit d'en restreindre l'usage.

Au *London-Brighton*, M. Stroudley a muni ses machines à roues libres, de ressorts en spirale placés par paires sous les boîtes à graisses de l'essieu moteur. Ces ressorts tiennent peu de place.

Ressorts de choc et traction.—Les tampons sont presque toujours du genre classique, avec boîtes en fonte, où se trouvent, soit des rondelles de caoutchouc, soit des ressorts en spirale. Les ressorts de traction sont formés par des rondelles en caoutchouc s'appuyant sur les traverses extrêmes. Les ressorts ordinaires, à lames, ne s'emploient pas pour ces deux usages.

Boîtes à graisse.— Elles diffèrent peu de celles que l'on rencontre sur nos machines (fig. 29). Signalons seulement l'usage général de l'antifriction, et la position des glissières de plaques de garde à l'intérieur des longerons pour toutes les roues. Beaucoup de boîtes se font entièrement en bronze.

Essieux coudés. — L'emploi fréquent des cylindres intérieurs amène nécessairement celui des essieux coudés. On les fait maintenant en acier, et la maison Vickers en a presque le monopole. Ils sont tous, d'ailleurs, de construction uniforme.

Souvent, afin d'allonger la fusée, on donne une épaisseur moindre à la branche du coude qui se trouve du côté de la boîte à graisse (fig. 27, plan).

Grâce aux perfectionnements successifs de la fabrication, les essieux coudés ne semblent plus être une cause sérieuse d'accidents, et le danger qu'ils peuvent présenter a cessé d'être un argument valable contre l'adoption des cylindres intérieurs.

Roues et Bandages. — Les roues de locomotives se font le plus souvent en fer, de la qualité dite *scrap-iron*, avec bandages en acier Krupp ou Bessemer.

Au *London and North-Western*, au *North-London*, on emploie beaucoup, pour les machines à marchandises, un modèle de roue en fonte dont la jante a une section en ⊔ et les rais une section en I ; elles ont un excellent service.

M. Worsdell (*Great-Eastern*) fait des essais de roues en acier moulé. On espère en généraliser l'emploi même pour les locomotives express. Du reste, le même ingénieur exécute en fonte les roues de ses locomotives à marchandises.

Les contrepoids sont toujours venus de forge avec les roues. Les machines à cylindres intérieurs n'en portent le plus souvent qu'à la paire de roues motrices. Les contrepoids en forme de croissant sont très employés.

Les bandages se fixent à la roue de différentes façons. Toutefois, la méthode la plus usitée est représentée fig. 30. Le bandage porte sur le côté une saillie annulaire qui pénètre dans une gorge creusée sur la partie latérale et extérieure de la jante ; des rivets à tête fraisée consolident le système. Quelquefois, on rapporte sur la face latérale intérieure, un couvre-joint annulaire, portant deux rebords concentriques, qui réunit la jante au bandage; on produit le serrage par des rivets transversaux.

Boîtes radiales. — On fait un grand usage de boîtes radiales, surtout pour les locomotives à voyageurs. Le système le plus répandu est celui qui a été introduit par M Webb au *L.andN.W.* et reproduit par M. Worsdell avec quelques modifications : on peut dire qu'il résume tous les arrangements similaires (fig. 31, 32 et 33).

L'essieu passe entre deux glissières cintrées dont la concavité est tournée vers l'arrière ou vers l'avant, suivant que l'essieu porteur est à l'avant ou à l'arrière. Les boîtes à graisse, courbes aussi extérieurement et dans le sens horizontal, sont solidaires l'une de l'autre. Elles peuvent glisser entre ces entretoises et transversalement à l'axe de la machine, de façon à permettre aux roues un déplacement latéral de 5 à 6 centimètres. Des ressorts en arc, ou des rondelles de caoutchouc, placés dans l'axe sous l'essieu et contre lesquels viennent s'appliquer deux butoirs à écartement variable fixés aux boîtes à graisse, tendent à ramener constamment le centre du système dans l'axe de la voie. Il faut donc l'effort causé par le passage dans une courbe, pour que le déplacement latéral des roues se produise. Les ressorts de suspension agissent par le moyen de patins qui peuvent coulisser sur une glace rapportée à la partie supérieure des boîtes à graisse.

On voit que ce système, en plus des avantages procurés par le déplacement latéral, tend à faire converger sensiblement l'essieu suivant le rayon de la courbe.

Messieurs Sharp and Stewart ont construit dans ces derniers temps des boîtes analogues, où les entretoises cintrées sont remplacées par des plans obliques verticaux, pratiqués sur les faces antérieures et postérieures des boîtes à graisse et des plaques de garde.

Bogies.— Nous avons eu maintes fois, dans cette

étude, l'occasion de dire combien l'usage des avant-trains articulés s'est répandu en Angleterre.

Le bogie, quoique d'importation américaine, se retrouve sur de très vieilles machines anglaises : au *Bristol and Exeter Railway*, par exemple. Primitivement, les trucks articulés pivotaient simplement autour de leur axe, tandis qu'aujourd'hui on leur donne en outre un jeu latéral de quelques centimètres.

Les bogies anglais sont toujours à longerons intérieurs ; l'écartement des essieux varie de $2^m,10$ à $1^m,60$.

Dans le système W. Adams, il n'y a qu'un ressort de chaque côté, commun pour deux roues. Ce ressort est articulé, en son milieu au châssis, et par ses extrémités à une barre en fer forgé dont les deux bouts viennent reposer sur les boîtes à graisse.

Certains bogies ont un ressort pour chaque boîte à graisse, mais dans ce cas les ressorts sont réunis deux à deux par un balancier.

Les pivots ont généralement des surfaces frottantes très larges, et sont munis de douilles rapportées, soit en fonte, soit en bronze ou en antifriction.

Quand le diamètre du tourillon central et de sa portée est trop peu considérable pour assurer à la machine une stabilité suffisante, on dispose, entre les roues du bogie et de chaque côté, une glace en fonte sur laquelle vient reposer (souvent avec interposition de petits galets), un patin qui porte le longeron de la machine.

Dans le cas où le truck jouit d'un déplacement latéral, son châssis porte en son milieu deux fortes glissières transversales, sur lesquelles s'appuie le

support du pivot et entre lesquelles il coulisse. Des ressorts, disposés ainsi que nous l'avons vu pour les boîtes radiales, contrôlent ce jeu qui dépasse rarement $0^m,06$.

Dans certains bogies, le mouvement latéral est limité par de petites bielles sensiblement verticales, disposées en triangle deux à deux et de chaque côté, qui sont ajustées avec un peu de jeu.

IV. — Accessoires

Indicateurs de niveau. — Les locomotives anglaises portent souvent deux tubes de niveau placés symétriquement de chaque côté, mais elles n'ont que rarement des robinets de jauge (fig. 27).

Régulateurs. — Les régulateurs sont tous à tringle de manœuvre intérieure, ils sont soit à papillon, soit à tiroir vertical ou soupape équilibrée, soit à tiroir horizontal dans la boîte à fumée.

L'emploi des dômes pour la prise de vapeur est devenu général. Seuls le *Great-Northern*, le *South-Eastern*, le *G. and South-Western* et le *Great-Western* possèdent encore beaucoup de locomotives sans dômes, mais la dernière de ces Compagnies ne construit plus de ces locomotives.

Le régulateur à papillon, complètement abandonné chez nous, est encore en Angleterre d'un usage courant. Au *London-Brighton*, M. Stroudley a depuis longtemps adopté un modèle qui donne d'excellents résultats. Le pivot est de grand diamètre afin d'éviter l'usure. Le plateau mobile qui

est en bronze, forme une sorte de boîte ouverte seulement en haut, de façon à ne prendre de vapeur qu'à la partie supérieure du dôme; un ressort à boudin le maintient en place quand la machine n'est plus en pression (fig. 34).

Les tiroirs verticaux dans le dôme sont les plus employés. Ils portent toujours un petit tiroir sur le dos du grand, pour soulager celui-ci de la pression de la vapeur après un mouvement très faible imprimé au levier, et pour diminuer la force nécessaire à sa manœuvre.

Au *London and N. W.* on emploie une soupape équilibrée placée à la partie supérieure du tuyau de prise de vapeur; le mouvement est donné par un excentrique calé sur la tringle de manœuvre.

Dans les trois systèmes, la manette du régulateur est disposée verticalement à l'arrière du foyer. Très souvent cette manette porte une seconde branche dans son prolongement pour permettre l'emploi des deux mains, ou pour que des hommes de taille différente puissent facilement la manœuvrer. La tringle traverse la paroi arrière du foyer dans un presse-étoupes; quelquefois on la munit intérieurement, près de sa sortie, d'un tronc de cône qui vient se loger dans une douille de même forme et produit l'étanchéité par la seule pression de la vapeur.

Le régulateur à tiroir horizontal dans la boîte à fumée est employé par le *Great-Western*, le *Great-Northern* et quelques autres Compagnies. Il se place contre la plaque tubulaire, avant la bifurcation des deux tuyaux allant aux cylindres. La tringle sort encore à la partie postérieure du foyer, et la

manœuvre est faite par un levier horizontal à traction, ou par un levier vertical qui se meut dans un secteur héliçoïdal.

Quel que soit le système de régulateur employé, le tuyau de prise de vapeur, venant du dôme, traverse la plaque tubulaire avant et pénètre dans la boîte à fumée où il se partage en deux branches allant à chacune des boîtes à tiroirs ; *jamais* ces tuyaux ne sont extérieurs à la chaudière. Leurs joints se font quelquefois sans mastic ni minium, simplement par le serrage énergique de surfaces tronconiques tournées et ajustées (fig. 35).

Soupapes de sûreté. — Les locomotives anglaises portent le plus souvent deux soupapes, mais jamais plus ; quelques vieux modèles du *Great-Western* n'en ont qu'une.

Les soupapes Ramsbottom et les soupapes ordinaires sont à peu près aussi employées les unes que les autres; les premières étant généralement placées à l'arrière, au-dessus du foyer, les secondes sur le dôme.

Les soupapes à levier sont presque toujours du système Adams et diffèrent notablement de celles que les Compagnies française sont adoptées. Les sections des orifices sont plus petites, mais les ressorts sont plus longs et les leviers plus courts, de sorte que la soupape peut se soulever davantage et donner passage à une quantité de vapeur supérieure à ce que les dimensions de l'appareil pourraient faire supposer. On ne retrouve plus la *balance* à long levier que sur les très anciennes machines.

Les soupapes Ramsbottom consistent en deu clapets placés l'un derrière l'autre, sur deux colonnettes réunies à la chaudière par une tubulure commune. Un ressort en spirale presse à la fois les deux soupapes par l'intermédiaire d'une barre horizontale qui se prolonge vers l'arrière jusqu'à portée du mécanicien. Celui-ci, en appuyant sur l'extrémité de ce levier, soulage la soupape la plus éloignée de lui ; l'inverse se produit s'il soulève le levier; il ne peut donc pas caler les deux soupapes à la fois. M. Webb a perfectionné ces soupapes (fig. 35, 36). Certaines machines ont au-dessus du foyer une soupape à charge directe masquée dans une colonnette en laiton.

Souffleur. — Le tuyau du souffleur perce la plaque tubulaire avant, sort de la boite à fumée pour rejoindre son robinet qui est extérieur, puis rentre dans la boîte à fumée et se rend à une tubulure annulaire, percée de trous, qui se trouve sur la tête du tuyau d'échappement. La tringle de manœuvre du robinet passe alors dans la main courante. Quelquefois cette tringle est à l'intérieur de la chaudière et commande un clapet à vis placé dans la chambre de vapeur; elle sort à l'arrière du foyer près du régulateur et porte un petit volant.

Injecteurs. — Presque toutes les machines portent aujourd'hui deux injecteurs, mais pas de pompes; cependant, au *London-Brighton*, l'usage de ces dernières est encore général, les giffards n'étant pas employés (1).

(1) Sur cette ligne, on réchauffe l'eau du tender à l'aide d'une partie de la vapeur d'échappement, et la température élevée de cette eau interdit l'usage des injecteurs.

Dans l'immense majorité des cas on se sert d'injecteurs non aspirants à cônes fixes, sans aiguilles, placés contre les longerons de chaque côté de la plate-forme; ils sont très simples, d'une manœuvre facile, et ne demandent pour ainsi dire pas d'entretien. La maison Gresham fournit une grande quantité de ces appareils.

Dans le cas d'injecteurs aspirants, il arrive très-souvent que ceux-ci sont placés en arrière du foyer, contre la rampe; le tuyau de refoulement pénètre dans la chaudière par la face arrière, et se prolonge vers l'avant jusqu'au milieu du corps cylindrique.

Les injecteurs verticaux sont aujourd'hui l'exception.

Robinets purgeurs. — Ces robinets sont disposés comme en France, mais on les manœuvre par un levier à secteur, placé près du levier de changement de marche, ou simplement avec une tringle plate à poignée qui vient à droite de la plateforme contre la rampe du mécanicien.

Boîtes à sable. — Les boîtes à sable ne sont jamais placées sur le corps cylindrique, mais toujours sur les longerons, et de chaque côté : il y en a donc deux par machine. Quelquefois les boîtes se construisent en fonte, ce métal convenant mieux pour la conservation du sable.

Dans chaque sablier, un disque mû par une petite tringle verticale peut ouvrir ou fermer l'orifice d'écoulement. Une bielle horizontale, allant à la

plateforme, commande ces tringles à l'aide d'un renvoi de mouvement passant sous la chaudière.

Cabines. — Nous avons vu que toutes les locomotives étaient munies de cabines. Les figures jointes à cette étude donnent une idée assez complète des formes qu'elles affectent le plus ordinairement. Ces abris, ou *cabs*, sont toujours en tôle, sauf la toiture qui se fait souvent en bois. Ils sont plus ou moins fermés sur les côtés, et ne portent jamais de fenêtres mobiles latéralement. Les verres circulaires dont ils sont munis, à leurs faces antérieures ou postérieures, sont enchassés dans des cercles en laiton; quelquefois, ils s'ouvrent comme les hublots d'un navire.

Les manœuvres et la tuyauterie aboutissent dans la cabine, où le mécanicien trouve tout ce qui est nécessaire à son service, excepté toutefois les accessoires de graissage. La figure 17 représente l'intérieur de la cabine des locomotives à quatre roues couplées du *Glasgow and South-Western*; nous l'avons choisie comme étant absolument typique. Au centre, on voit la manette double du régulateur dont la tringle sort par le fond postérieur de la chaudière, puis, de chaque côté et symétriquement, les deux indicateurs de niveau; près de là se trouve le robinet du Westinghouse. Au-dessus du foyer, dans l'axe de la machine, on remarque trois petits volants à main, lesquels commandent des clapets, placés suivant l'usage anglais sur une tubulure commune, et qui servent de robinets de prise de vapeur pour les injecteurs et la pompe du frein. A gauche, le petit volant placé contre le foyer sert

à la manœuvre du souffleur. Le robinet de vidange est au milieu et sa clef un peu au-dessus de la plateforme.

Indicateurs de vitesse. — Au *London-Brighton* la plupart des machines sont munies d'indicateurs de vitesse du système Stroudley. Une petite courroie passant sur un des essieux commande une sorte de pompe rotative placée dans le cab ; cette pompe communique avec un tuyau vertical en cuivre, terminé par un tube de niveau gradué. Suivant la hauteur que l'eau occupe dans le tube, le mécanicien peut se rendre un compte à peu près exact de la vitesse.

Divers. — Signalons encore certains appareils pour lubréfier les mentonnets des roues directrices; les tubulures de différents modèles, placées à l'arrière de foyer, et sur lesquelles sont branchées les prises de vapeur accessoires; les chasse-neige, etc.

FREINS

Toutes les Compagnies ont adopté depuis longtemps les freins continus. Toutefois, beaucoup de locomotives et de tenders sont encore munis de freins à vapeur, à moins que l'on emploie pour tout le train le système Westinghouse, qu'on applique aussi bien à la machine qu'aux voitures.

Ces freins à vapeur se composent d'un cylindre vertical, placé sous la plate-forme, et agissant de bas en haut par l'intermédiaire d'un levier, sur un arbre qui commande les sabots. Un robinet spécial

permet d'introduire la vapeur dans le cylindre, d'en modérer la pression et de l'évacuer. Ces appareils qui agissent sur toutes les roues couplées, sont très puissants; au *Midland*, où une partie des trains porte le frein à vide Clayton, on ajoute plus de confiance dans le frein à vapeur placé sur la machine, que dans le frein à vide placé sur les voitures.

Freins continus.—Les principaux systèmes de freins continus employés en Angleterre sont au nombre de douze. Le tableau suivant en donne la nomenclature. Quelques-uns, n'ayant fonctionné qu'aux essais et sans recevoir d'application sérieuse, figurent ici pour mémoire. Nous n'insisterons que sur les freins d'un usage courant.

Bien que le frein à chaîne soit encore employé sur le *London and N. W.*, les freins à vide et à air comprimé se disputent seuls le terrain. Parmi ceux-ci, les systèmes Westinghouse et Smith sont de beaucoup les plus répandus.

Freins Smith-Hardy. — On connaît le fonctionnement de ce frein à vide, employé aujourd'hui d'une manière absolue sur notre chemin du Nord, nous n'y insistons donc pas. Disons seulement que ce qui distingue le système Smith du système Hardy, c'est que ce dernier possède toujours deux éjecteurs agissant indépendamment, l'un sur la machine, l'autre sur le reste du train; ce système a l'avantage de ne pas paralyser le frein de la locomotive lorsque les tubes flexibles du train ne sont pas bien raccordés.

Ce genre de frein est adopté par un grand nom-

bre de Compagnies, parmi lesquelles il faut citer le *Great-Northern* et le *Great-Western*.

Il a contre lui de peser fort lourd et de n'être pas automatique; aussi entreprend-on en Angleterre une campagne sérieuse contre ce système qui pourrait être appelé à disparaître dans un délai rapproché.

Les éjecteurs sont toujours disposés contre la boîte à fumée, à droite, et leurs cônes divergents dans la cheminée, ce qui diminue beaucoup le bruit de l'appareil lorsqu'il fonctionne. Les soufflets sont pour la machine, placés sous la plateforme.

La prise de vapeur de l'éjecteur se fait à l'avant du corps cylindrique; une tringle qui vient à portée du mécanicien permet d'en manœuvrer le clapet. Souvent, une ficelle courant tout le long du train peut permettre au *guard* de manœuvrer cette tringle en cas d'accident.

A CHAINE	A VIDE non AUTOMATIQUES	A VIDE AUTOMATIQUES	A AIR COMPRIMÉ	Hydrauliques
Clark.	Smith. Hardy.	Aspinall. Clayton. Sanders. Eames. Hardy.	Steel and Mac Innes. Westinghouse.	Barker. Clark.

Hardy's automatique. — Avec ce système, le vide est constamment maintenu dans la conduite géné-

rale et dans les réservoirs placés sous les voitures, à l'aide d'un éjecteur que porte la machine, et qui fonctionne automatiquement dès que le vide diminue. Les réservoirs portent des soupapes disposées de telle façon qu'elles établissent la communication avec les soufflets, aussitôt que pour une raison ou pour une autre, le vide de la conduite générale est détruit.

Ce frein, quoique automatique, est loin de valoir le Westinghouse. Les réservoirs sont en effet beaucoup plus volumineux (près de 35 fois plus); le mécanisme est plus délicat encore et n'est pas aussi sûr dans ses effets. Suivant plusieurs ingénieurs anglais, il ne vaut pas le frein à vide non automatique. Il est peu employé d'ailleurs.

Eames. — Le frein Eames repose sur le même principe : on produit l'application du frein en détruisant momentanément le vide créé dans la conduite et dans les réservoirs par un éjecteur ou une pompe fonctionnant constamment. Ce système diffère surtout du précédent en ce que l'injecteur aspire l'air à la fois dans les soufflets et dans les réservoirs, ce qui augmente la capacité d'action du frein. En outre, un robinet spécial permet d'envoyer dans la conduite générale une certaine quantité de vapeur, afin de diminuer le vide lorsqu'on désire modérer l'action des sabots. Il y a deux lignes de tuyaux à raccords flexibles s'étendant d'un bout à l'autre du train, deux cylindres à air pour la machine, deux pour le tender, et un sous chaque voiture.

Une des conduites sert pour le fonctionnement automatique de l'appareil et porte un petit éjecteur aspirant constamment. L'autre conduite ne communique pas avec les réservoirs et sert pour l'application du frein, non automatiquement; le vide s'y produit au moment des arrêts par un second éjecteur de plus grandes dimensions.

Ces différents résultats sont obtenus au moyen d'un mécanisme fort ingénieux, mais très compliqué et sujet à de fréquents ratés En réalité, on ne doit pas le considérer, comme donnant une plus grande sécurité que le frein non automatique. Ce système a été expérimenté par le *Lancashire and Yorkshire;* il est surtout employé en Amérique.

Sanders. — Le frein Sanders ressemble beaucoup au précédent; il comprend un grand éjecteur vertical placé à l'avant contre la boîte à fumée; un petit éjecteur horizontal placé près de la plate-forme, une seule ligne de tuyaux allant d'un bout à l'autre du train; un réservoir et un cylindre pour l'application des sabots, à chaque voiture.

Le frein Clayton, adopté par la Compagnie du Midland, ne diffère du système Sanders que par des dispositions de détail.

Tous deux sont automatiques (?) le petit éjecteur servant à entretenir le vide créé par le grand; leur fonctionnement est compliqué et l'on peut faire à ce propos les mêmes observations que pour les autres freins à vide automatiques. En somme, on y ajoute peu de confiance, puisque au Midland les machines qui remorquent les trains munis du frein

Sanders ont en outre un frein à vapeur agissant aussi sur le tender.

Frein Steel and Mac Innes — C'est un frein à air comprimé. Chaque voiture porte un cylindre muni d'un piston à double effet, communiquant avec une conduite générale, comme dans le Westinghouse. Le piston est en temps ordinaire pressé par l'air comprimé sur ses deux faces. Pour appliquer le frein, on évacue cet air d'un des côtés, et on y rétablit la pression quand on veut cesser l'application des sabots.

L'air est comprimé par une pompe à vapeur, analogue aux petits-chevaux des navires. Le réservoir général est cylindrique et placé à la partie supérieure du tender. Un des inconvénient de ce frein est que le fonctionnement à double effet nécessite l'emploi d'un presse-étoupes sur chaque voiture, d'où résulte un entretien coûteux et difficile.

On peut encore présenter deux objections sérieuses contre l'emploi de ce frein : la quantité énorme d'air comprimé dépensé à chaque application des freins; la lenteur d'action qui résulte du grand volume d'air à envoyer de la machine aux voitures, à travers des tuyaux de diamètre relativement faible, avant le serrage complet des sabots.

Westinghouse. — Le frein Westinghouse jouit en Angleterre d'une faveur croissante et on le considère à peu près comme le seul frein automatique véritablement efficace. Il est employé par un grand

nombre de Compagnies et sera probablement sous peu le frein universel.

La pompe est disposée verticalement : contre la rampe du mécanicien dans les machines-tenders, entre les roues couplées dans les locomotives-express. L'échappement de la vapeur se fait toujours dans la cheminée afin d'en diminuer le bruit. Le réservoir d'air principal est placé sous la plate-forme ; souvent le réservoir de la machine est séparé et placé à côté du grand.

APPENDICE

Vitesse et Nombre des trains express

Nous empruntons à une brochure de M. Foxwell : *English express trains*, quelques chiffres que nous condensons sous forme de tableau et qui montrent combien est développé, de l'autre côté de la Manche, le service des trains de voyageurs à grande vitesse.

Le nombre total, journalier, d'express faisant au moins 65 kilomètres à l'heure, est de 313 (1), dont 52 entre Liverpool et Manchester, et 48 entre ces deux villes et Londres. Le tableau suivant donne le nombre et la vitesse de ces trains pour les principales Compagnies.

(1) Ce chiffre doit être doublé si l'on veut avoir le nombre total de trains express dans les deux sens.

Presque tous ces trains comportent des voitures de 3e classe.

NOMS DES COMPAGNIES	NOMBRE D'EXPRESS par jour dans un sens	VITESSES MOYENNES (1)
London-Brighton	15	68k
	un grand nombre de trains rapides	65k
London-Chatam	9	69k
Great-Western	17	72k
	2	85k
Great-Eastern	34	69k
Great-Northern	63	75k
	4	80k
Midland	66	73k
London-North-Western	82	71 à 82k
Manchester — Sheffield and Lincolnshire	23	77k

(1) Nous appelons vitesse moyenne, la vitesse du train de station à station. Les temps d'arrêts sont déduits, mais non les ralentissements aux bifurcations, à l'approche des gares, etc.

TABLE

PREMIÈRE PARTIE

Pages.

AVANT-PROPOS . . . . . .

I. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES 5

II. — LOCOMOTIVES A VOYAGEURS. 11

I. — LOCOMOTIVES A ROUES LIBRES. 22

II. — LOCOMOTIVES A QUATRE ROUES COUPLÉES. . 34

III. — LOCOMOTIVES-TENDERS. 49

IV. — LOCOMOTIVES A MARCHANDISES. 60

V. — LOCOMOTIVES COMPOUND 64

VI. — TENDERS 73

SECONDE PARTIE

I. — CHAUDIÈRE 75

II. — MÉCANISME-MOTEUR. 84

III. — VÉHICULE 90

IV. — ACCESSOIRES 97

FREINS 103

APPENDICE. 109

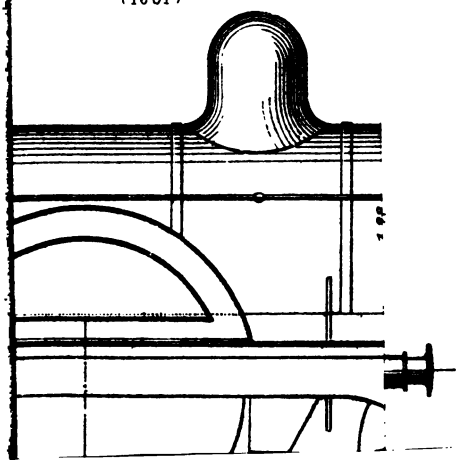
—. E. Bernard et Cie, 71, rue Lacondamine, Paris.

AISES

L. I.

Type Lilleshal (0,02)

(1867)

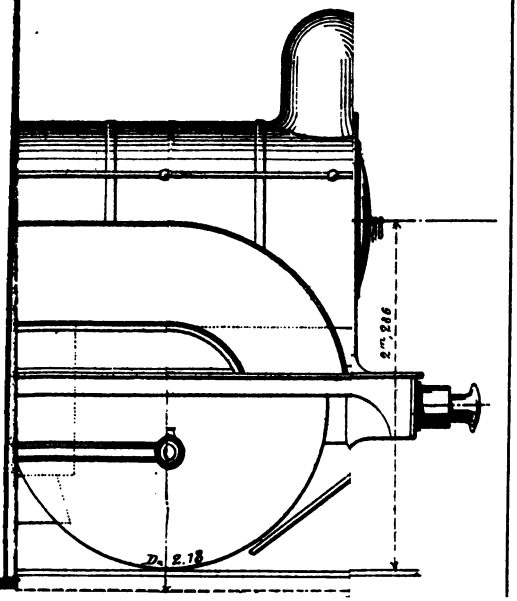


AISES

PL. II.

§. 6. Great-Eastern

M. WORSDELL, Ingr. (1884)



AISES

III.

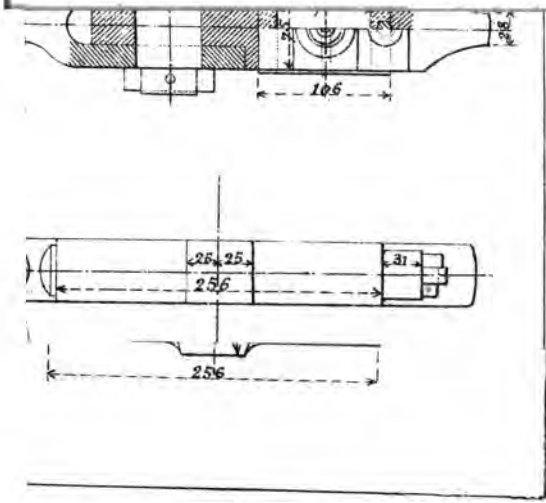
London Brighton

M. STROUDLEY, Ingr.

Autot. Imp. et Genil., 188, rue St Denis, Paris.

GLAISES

PL. V.



Imp. Bernard et Cie, 11 r. Lacondamine.

TJ 603 .G7 D38
Etude sur les locomotives angl
Stanford University Libraries
3 6105 041 648 333

HOPKINS RAILWAY
LIBRARY.

For
USE IN LIBRARY
ONLY
DO NOT REMOVE
FROM LIBRARY.